

INAP

INSTITUTO NACIONAL DE
ADMINISTRACIÓN PÚBLICA, A.C.



Instituto Internacional de
Ciencias Administrativas

68
AÑOS
mejorando a las
instituciones públicas
1955-2023

RAP

REVISTA DE
ADMINISTRACIÓN
PÚBLICA

***INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN
LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA***

161

Volumen LVIII, No. 2
(mayo-agosto 2023)

ISSN: 0482-5209
www.inap.mx

RAP

REVISTA DE ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

161

Volumen LVIII, No. 2
(mayo-agosto 2023)

**Inteligencia Artificial en la
Administración Pública**

INAP

INSTITUTO NACIONAL DE
ADMINISTRACIÓN PÚBLICA, A.C.

68
AÑOS

mejorando a las
instituciones públicas

1955-2023

© Instituto Nacional de Administración Pública, A.C.
Km. 14.5 Carretera México -Toluca No. 2151
Col. Palo Alto, C.P. 05110. Alcaldía de Cuajimalpa
Ciudad de México
Teléfono (55) 5081 2657
<http://www.inap.mx>
contacto@inap.org.mx

ISSN: 0482-5209

Publicación periódica
Registro número 102 1089
Características 210241801

Certificado de licitud de título número 2654
Certificado de licitud de contenido número 1697

Las opiniones expresadas en esta revista son estrictamente responsabilidad de los autores. La RAP, el INAP o las instituciones a las que están asociados no asumen responsabilidad por ellas.

Queda prohibida la reproducción parcial o total, directa o indirecta, del contenido de la presente obra, sin contar previamente con la autorización expresa y por escrita de los editores, en términos de lo así previsto por la Ley Federal del Derecho de Autor.

Consejo Directivo 2023-2026

Luis Miguel Martínez Anzures
Presidente

Olga Sánchez Cordero
Vicepresidenta

Carlos Eduardo Flota Estrada
**Vicepresidente para los IAPs de
los Estados 2023-2024**

CONSEJEROS

Rina Aguilera Hintelholzer
Eber Omar Betanzos Torres
Esther Nissán Schoenfeld
David Villanueva Lomeli
Susana Libián Díaz González
Gerardo Felipe Laveaga Rendón
Fernando Álvarez Simán
Luis Humberto Fernández Fuentes

Selene Lucía Vázquez Alatorre
Secretaria del INAP

Rafael Martínez Puón
**Director de la Escuela Nacional de
Profesionalización Gubernamental**

Ricardo Corral Luna
**Director del Centro de Consultoría
en Administración Pública**

Luis Armando Carranza Camarena
**Director de Administración y
Finanzas**

CONSEJO DE HONOR

Luis García Cárdenas
José Natividad González Parás
Alejandro Carrillo Castro
José R. Castelazo
Carlos Reta Martínez

IN MEMORIAM

Gabino Fraga Magaña
Gustavo Martínez Cabañas
Andrés Caso Lombardo
Raúl Salinas Lozano
Ignacio Pichardo Pagaza
Adolfo Lugo Verduzco

FUNDADORES

Francisco Apodaca y Osuna
José Attolini Aguirre
Enrique Caamaño Muñoz
Antonio Carrillo Flores
Mario Cordera Pastor
Daniel Escalante Ortega
Gabino Fraga Magaña
Jorge Gaxiola Zendejas
José Iturriaga Sauco
Gilberto Loyo González
Rafael Mancera Ortiz
Antonio Martínez Báez
Lorenzo Mayoral Pardo
Alfredo Navarrete Romero
Alfonso Noriega Cantú
Raúl Ortiz Mena
Manuel Palavicini Piñeiro
Álvaro Rodríguez Reyes
Jesús Rodríguez y Rodríguez
Raúl Salinas Lozano
Andrés Serra Rojas
Catalina Sierra Casasús
Ricardo Torres Gaitán
Rafael Urrutia Millán
Gustavo R. Velasco Adalid

REVISTA DE ADMINISTRACIÓN PÚBLICA N° 161
Volumen LVIII, No. 2 (mayo-agosto 2023)

Inteligencia Artificial en la Administración Pública

Director del número: Diódoro Guerra Rodríguez

COORDINACIÓN EDITORIAL

Escuela Nacional de Profesionalización Gubernamental

Rafael Martínez Puón
Director

**Subdirección de Desarrollo y
Difusión de la Cultura Administrativa**

Iván Lazcano Gutiérrez
Aníbal Uribe Vildoso
Irma Hernández Hipólito

COMITÉ EDITORIAL

| | |
|---------------------------|--|
| Victor Alarcón Olguín | Universidad Autónoma Metropolitana -Unidad Iztapalapa |
| Adán Arenas Becerril | Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la UNAM |
| Eber Omar Betanzos Torres | Auditoría Superior de la Federación |
| Mariana Chudnovsky | Centro de Investigación y Docencia Económicas |
| Alicia Islas Gurrola | Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la UNAM |
| Yanella Martínez Espinoza | Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la UNAM |
| Arturo Pontifes Martínez | Instituto Ortega y Gasset México |
| Arturo Sánchez Gutiérrez | Escuela de Gobierno y Transformación Pública del ITESM. Ciudad de México. |

REVISTA DE ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

161

Volumen LVIII, No. 2

Mayo-agosto 2023

Inteligencia Artificial en la Administración Pública

ÍNDICE

| | |
|--|------------|
| PRESENTACIÓN | 11 |
| <i>Luis Miguel Martínez Anzures</i> | |
| El Impacto de la Inteligencia Artificial en la Administración Pública y el Bienestar Social | 13 |
| <i>Diódoro Guerra Rodríguez</i> | |
| Los Chatbots y la Práctica Médica, tanto pública como privada | 57 |
| <i>Mónica Barrera Rivera</i> | |
| Cámaras con Inteligencia Artificial para las vías públicas de la Cdmx | 79 |
| <i>Adolfo Guzmán Arenas</i> | |
| Vanguardias en la Inteligencia Artificial y sus aplicaciones en la Administración Pública | 99 |
| <i>Luis Arturo Rivas-Tovar</i> | |
| El Gobierno Impulsado por la Inteligencia Artificial: Cómo el Aprendizaje Automático puede Cambiar el Rostro de la Administración Pública | 147 |
| <i>Jesús Chávez Argüelles</i> | |
| La inteligencia artificial en la Administración Pública | 179 |
| <i>Joel López Villagómez</i> | |
| Indicaciones para los colaboradores | 195 |

Presentación

Sin lugar a dudas uno de los temas que más atención han suscitado a nivel mundial durante este año es el de la Inteligencia Artificial (IA). Si bien la inteligencia artificial ya era un tema de análisis y estudio por especialistas, así como de reflexión por parte de muchos entusiastas en el debate público, su popularización vino de la mano del lanzamiento de la aplicación de IA generativa conocida como Chat GPT desarrollada por Open AI.

A lo anterior también contribuye el hecho de que finalmente la humanidad comienza a atisbar la utilidad y consecuencias prácticas de esta tecnología en la vida diaria, comenzando por el proceso de automatización y la consiguiente pérdida de empleos.

Muestra de su importancia es la disputa que existe en el liderazgo entre las dos grandes potencias: Estados Unidos y China. Ambos países han depositado una fuerte apuesta en la profundización del desarrollo de la IA. Si bien es cierto que los estadounidenses cuentan con una amplia ventaja y experiencia, los chinos, recortan las distancias rápidamente.

La Inteligencia Artificial no es más que la capacidad que tiene un sistema informático de realizar tareas complejas, pero hablamos de Inteligencia Artificial general cuando un solo sistema de procesamiento es capaz de realizar diversas tareas, al igual que los seres humanos. Este paso aún no se ha dado, pero existen diversos vaticinios sobre si es que algún día y cuando llegará el momento de la “singularidad”.

Por tal motivo, para el INAP resulta más que pertinente explorar el tema desde diversas aristas. Para ello ha sido fundamental la labor del Dr. Diódoro Guerra Rodríguez, director de este número de la Revista de Administración Pública. Le externo mi reconocimiento por su labor.

En total se han conjuntado seis artículos que exploran temas como el impacto de la IA en la administración pública y el bienestar social, como el uso de los chatbots en la práctica médica, el uso de cámaras con esta tecnología en la vía pública. Agradezco a cada uno de los autores su dedicación y compromiso por desentrañar un tema de suyo complejo para su consumo por parte de estudiosos de las ciencias sociales, en particular de la administración pública.

Estoy convencido que el ejemplar que el lector tiene en sus manos, o que revisa digitalmente, será de suma utilidad. Si bien es cierto, que tanto en España como en algunos países de Sudamérica se han publicado materiales valiosos sobre este tema, en México la exploración ha sido menor. De ahí que este número de la revista que aborda aristas específicas de la administración pública se convertirá en consulta ineludible para todos los especialistas, pero también para servidores públicos y demás interesados en los asuntos públicos.

Con ello buscamos contribuir a que nuestro país se convierta en un líder en el estudio de este tema de frontera que está llamado a dominar diversos ámbitos de nuestra vida diaria.

Dr. Luis Miguel Martínez Anzures
Presidente del INAP

El Impacto de la Inteligencia Artificial en la Administración Pública y el Bienestar Social

Dr. Diódoro Guerra Rodríguez*

Resumen: Este artículo se basa en el principio de que una administración pública eficiente contribuye a mejorar significativamente las condiciones del bienestar social. Su objetivo es analizar el impacto del uso de la inteligencia artificial en optimizar el desempeño de la administración pública para alcanzar metas de mayor relevancia con el propósito de disminuir las brechas de las desigualdades a través de la implementación de proyectos de gran alcance, tanto de carácter general como específicos, orientados a la atención de los retos y la solución de la compleja problemática social de nuestro país.

Palabras Clave: Inteligencia artificial, Administración pública, Desigualdades sociales, Bienestar social, Gobernanza, Gobierno eficiente.

The Impact of Artificial Intelligence in Public Administration and Social Welfare

Abstract: This article is based on the principle that an efficient public administration contributes to significantly improving social welfare conditions. Its objective is to analyze the impact of the use of artificial intelligence in optimizing the performance of public administration to achieve more

* Es ingeniero en Comunicaciones y Electrónica por el Instituto Politécnico Nacional y Doctor en Ingeniería por la Universidad Politécnica de Madrid, obtuvo el grado con la mención Sobresaliente Cum Laude. Exdirector General del Instituto Politécnico Nacional. Actualmente es consultor independiente.

relevant goals with the purpose of reducing inequalities gaps through the implementation of wide-ranging projects, both of a general nature and specific, aimed at addressing the challenges and solving the complex social problems of our country.

Keywords: Artificial Intelligence, Public administration, Social inequalities, Socialwelfare, Governance, Efficient government.

Fecha de recepción del artículo: 03 octubre 2023

Fecha de aceptación: 20 octubre 2023

1. Introducción

En los últimos años la inteligencia artificial (IA), una de las herramientas de la computación con mejores perspectivas, ha tenido un auge muy destacado, razón por la cual sus expectativas dedesarrollo y de incrementar sus ámbitos de aplicación se han ampliado. Recientemente diversas versiones del ChatGPT de open IA irrumpieron en el mundo, sus últimos programas son capaces de escribir un libro de literatura a partir de las indicaciones que reciba en cuanto a las características; novela, el tipo, romántica, aventura, histórica, etc.; el lugar donde se desarrolla la historia, los personajes y la información relevante que se considerara. Todo esto ha traído como consecuencia un mayor interés por conocer en que otros ámbitos se están llevando a cabo proyectos y revisar los avances de esta tecnología y, sobre todo, del potencial que representa en muchos campos del saber y de las actividades humanas.

Aunque la IA en sus etapas iniciales y conceptuales surgió hace más de 70 años, sus avances nohan sido sostenidos. Actualmente se encuentra en una de sus etapas más relevantes con una generación de nuevos modelos de IA que pueden ver patrones a través de los datos para obteneruna mejor precisión en las predicciones y recomendaciones de donde implementar los proyectosy las acciones.

La expansión que en diversas vertientes ha tenido la IA en los últimos 12 años que es el tiempo que lleva este último periodo de gran desarrollo, se caracteriza por tener una estructura más organizada y con una orientación predominantemente hacia la inteligencia artificial generativa. En ese sentido, es importante destacar que, aunque la IA puede realizar actividades que anteriormente solo hacían los humanos, se ha procurado dirigir las ahora hacia apoyar, colaborar y en su caso mejorar las actividades que llevan a cabo.

Con ese enfoque se ha considerado la conveniencia de analizar el impacto que puede tener en el sector de la administración pública en sus diversas áreas: de seguridad, agricultura, medioambiente, hacienda, economía, función pública, energía, comunicaciones y transportes, etc., pero con énfasis en las áreas que conforman el ámbito del bienestar: salud, educación, vivienda, empleo y los programas sociales, porque son las que repercuten en forma directa en la calidad de vida de la población.

Tenemos muy claro de que como ha sucedido históricamente en materia de tecnología, el gobierno se ha rezagado en la utilización de IA en relación al sector privado incluso a los ciudadanos. Aunque según estudios de la OCDE en la actualidad un número significativo de países han venido incorporando a sus actividades esta tecnología, además, tratando de acelerar su utilización en las diversas áreas y actividades bajo su responsabilidad.

En esa visión más amplia de su desarrollo la IA debe analizarse en cuanto a sus características actuales y sus potencialidades y perspectivas futuras en el contexto de los avances de la computación, el internet, y los demás elementos de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), con un enfoque multidisciplinario y considerando además como un factor de la mayor relevancia el hecho de que el 90% de los datos a nivel mundial se crearon en los últimos años y que esa tendencia continuará. Un aspecto que es importante considerar es que los organismos del sector público tienen una generación de datos muy significativa y en los últimos años se ha incrementado la publicación de ellos y han sido puestos a disposición de los ciudadanos, los cuales pueden ser también aprovechados por los sistemas de IA, para apoyar

la creciente complejidad de la problemática social y las demandas cambiantes de la población en la búsqueda de soluciones. De la misma manera sería de mucha utilidad para disminuir la gran incertidumbre que se genera en la atención de los retos y encontrar mejores alternativas para resolver los problemas a través de una mayor capacidad predictiva y una toma de decisiones más asertiva.

Con esa orientación se elaboró el presente artículo, en el cual se hace en principio un breve repaso de los antecedentes, el desarrollo y la evolución de la IA. Se describen también algunas de las características actuales que presenta a partir de qué es y qué hace la IA, los principales tipos en los que está clasificada y los aspectos, potencialidades y tareas que realizan cada uno de ellos y en función de eso sus posibles aplicaciones o las que ya está desarrollando en el ámbito de la gestión pública. Asimismo, se analiza la relevancia de incorporar criterios metodológicos multidisciplinarios y en su caso multi-tecnológicos que permitan a la IA elevar exponencialmente sus capacidades, al interaccionar con otras áreas del conocimiento u otras tecnologías para la realización de proyectos.

Por otra parte se reseñan los aspectos fundamentales de la administración pública y el bienestar social con el propósito de visualizar las dimensiones, objetivos e importancia de los ámbitos a los que se pretende impactar con el uso de la IA intensivo y generalizado pero el mismo tiempo estratégicamente diseñado y focalizado en dos direcciones: de carácter general y transversal para apoyar la toma de decisiones, los aspectos predictivos en varios temas como agua, desastres, simulación, licitaciones públicas, asistencia virtual, etc. Y por otra parte en la atención de los retos y la solución de problemas en áreas como: el combate a la pobreza, el conocimiento, el reciclaje laboral y profesional de los trabajadores de la administración pública, así como los relativos a los aspectos del bienestar social, salud, educación, vivienda y empleo.

En las conclusiones, se analiza que en el contexto de la complejidad que presenta la administración pública es muy grande la cantidad de alternativas de aplicación de la IA y que con el uso de esta y otras tecnologías se puede lograr la transformación que requiere nuestra sociedad para mejorar las condiciones de vida de la población.

2. Principales antecedentes y breve análisis del desarrollo y evolución de la Inteligencia Artificial

La historia de la IA por ser una rama de la computación, está vinculada a su creación, desarrollo y avances, y más tarde también, al surgimiento del Internet y con ello al manejo de grandes volúmenes de información y conocimiento, a muy altas velocidades.

Aunque en cada caso su invención es el resultado de varias mentes que aportaron su experiencia y trabajo en diferentes lugares y fechas, se considera para el caso de la computadora la fecha y lugar donde funcionó por primera vez, el 22 de junio de 1941 en Berlín, Alemania su inventor fue Konrad Zuse, pero además, hay muchos estudiosos del tema que señalan a Babbage como el pionero de la informática porque en el siglo XIX fue él quien estableció las bases de la computación moderna al diseñar una “máquina analítica”.

La evolución de la computadora ha transitado un largo camino desde los grandes aparatos que requerían espacios muy amplios de varios metros cuadrados y capacidades de procesamiento y memoria restringidos, hasta ahora, que son dispositivos pequeños de capacidades muy amplias.

A partir del surgimiento del Internet en 1969 con la creación en E.U.A. de la red ARPANET, su evolución y crecimiento se empezó a multiplicar exponencialmente de tal manera que el Internet medido por el número de computadoras conectadas a la red en el mundo tuvo un avance excepcional entre 1971 y 1995, que se refleja en el hecho de pasar de 23 a 4 millones de computadoras en ese periodo. De acuerdo con datos que se encuentran en los anuarios de Internet, el número de computadoras y de redes sobre Internet se duplica cada año, y el número de usuarios sigue esta misma trayectoria.

En los últimos años las TIC incrementaron su presencia exponencialmente en diferentes campos de la sociedad impactando en el crecimiento económico y desarrollo de muchos países. Las TIC han adquirido relevancia por su gran capacidad de difusión y penetración en distintos sectores y ámbitos de la sociedad.¹ Al cubrir un espacio

¹ Pin González, Enrique. “Indicadores para medir el uso de las TICs en la educación superior de Cuba”. Gestipolis. <https://www.gestipolis.com/indicadores-medir-uso-tics-educacion-superior-cuba/>

geográfico más amplio, las TIC han podido revolucionar los conceptos del espacio y tiempo de la interacción humana desde la manera de relacionarnos, trabajar, el esparcimiento, aprender, y hasta de pensar.

Las TIC además han supuesto una reducción significativa de los obstáculos que dificultaban el acceso a la información. Ahora es cada vez mayor el número de personas que disponen de ella de una forma rápida y diversa, y esto ha ocasionado transformaciones sustantivas en las relaciones establecidas que han derivado en modificaciones en las estructuras de las organizaciones. Pero en virtud de que la cantidad de información es cuantiosa, la selección más pertinente y útil de toda esta información, representa un gran reto para los investigadores y sobre todo es un desafío para quienes están involucrados en la toma de decisiones y en la definición de programas estratégicos.

En esa perspectiva, la humanidad ha intensificado un proceso tecnológico innovador y radical que está dando lugar a grandes transformaciones de la sociedad en general, en las que destacan los avances en material digital y en la conectividad mundial, los cuales se analizan y evalúan anualmente, y los resultados se utilizan para establecer los índices correspondientes, como el que se refiere a la economía y sociedad digital, concretamente en el índice de conectividad NRI por sus siglas en inglés, elaborado por el Foro Económico Mundial, que mide las potencialidades de los países para aprovechar las oportunidades que generan las tecnologías de la información y las comunicaciones, en cuyo ranking de 2022 México se encontraba ubicado en el lugar 60, de un total de 131 países, situación que representa un reto y complicación adicional para nuestro país.

En el caso de la IA varios autores coinciden en que los primeros antecedentes de la Inteligencia Artificial se remontan a los años 40 cuando Alan Turing, matemático británico, hizo algunas publicaciones, que aunque no despertaron gran interés, sirvieron de base para el impactante trabajo que él difundió en 1950 y al cual denominó “Maquinaria de Computación e Inteligencia” dónde planteaba como diseñarlas y construir las incluso señalaba como probarlas a lo que luego se le denominó “El Test de Turing” que es ampliamente conocido.

Unos años después en 1956 en una reunión académica que organizó John McCarthy, en la que también participaron destacados investigadores como Minsky, Simon y Newel celebrada en Dartmouth, se acuñó el término de “Inteligencia Artificial”.

Durante los 15 años posteriores los algoritmos de “Aprendizaje Automático” y las computadoras se desarrollaron, pero no fue así con la capacidad de almacenamiento y la velocidad de procesamiento de la información, lo que ralentizó el avance de la IA.

Fue a partir de los años 80 con el incremento de la rapidez de procesamiento de grandes volúmenes de información y conocimiento que incluye conductas humanas o actividades que las imitan lo cual permite realizar tareas de análisis, razonamiento y solución de problemas, que con un nuevo nivel de algoritmos desarrollados entre otros por John Hopfield y David Rumelhart, se incorporaron las bases técnicas de “Aprendizaje Profundo” cuyos métodos lograron que la IA realizara actividades muy similares a las de los seres humanos.

Por su parte otro investigador Edward Feigenbaum trabajó en otro proyecto de IA cuyo concepto es el de imitar la manera como los seres humanos toman decisiones y al cual denomina “Sistemas Expertos”, esta dinámica de proyectos exitosos y resultados satisfactorios, que incluyen los triunfos de las máquinas en juegos contra campeones mundiales, pero también el avance en la robótica continuó por muchos años.

Más tarde ya en este siglo empezó a modificarse el criterio de que el propósito tendría que ser máquinas que superaran al ser humano, para empezar a desarrollar proyectos tecnológicos que colaboran y contribuyeran con ellos a que obtuvieran mejores resultados potenciando sus capacidades y apoyándolos para que las incrementaran, esta orientación ha seguido hasta la fecha.

En lo que se refiere al aprendizaje de máquinas de acuerdo con Jerry Kaplan (2017) surgió con un enfoque radicalmente distinto a la IA Fue en 1943 cuando Warren McCulloch y Walter Pitts descubrieron que las señales que envía el cerebro son digitales y establecieron la posibilidad de que

estas hipótesis pudieran ser modeladas. Fue hasta finales de los 90 cuando este campo empezó a tener relevancia.

Kaplan comenta en su libro que varios investigadores continuaron con esas investigaciones entre ellos Frank Rosenblatt el cual bautizó a su neurona artificial como “Perceptron”. En 1958 el New York Times publicó un artículo de sus comentarios dedicado al “Nuevo Dispositivo de Cómputo que Aprende Mediante la Práctica”, en el cual se señalaba que estaba configurado para ir aprendiendo a través de la información que le fueran proporcionando y de esta manera ir incrementando sus capacidades. En esa entrevista también establece las expectativas que se esperaban de esa nueva computadora electrónica las cuales refirió como “Se espera que pueda caminar, ver, escribir, reproducirse a sí misma”, comentó también en esa ocasión que los perceptores, en una fase de mayor nivel, serían capaces de traducir idiomas automáticamente tanto escritos como hablados. La mayoría de sus pronósticos fueron concretados, pero por varias decenas de años después.

Existen evidencias empíricas de que en la medida que se incrementen los niveles de digitalización aumenta también la generación de empleos y el progreso general del país, pero es fundamental que el avance tecnológico vaya acompañado de una estrategia que propicie la consolidación de los valores del ser humano y la convivencia social, haciendo énfasis en la necesidad de una redefinición de sus prioridades, con base en la articulación de la relación tecnología-principios-valores que permita compatibilizar y, en su caso, realizar acciones y proyectos en función del impacto negativo que pueda producir un nuevo producto o proceso, porque aunque la velocidad con que se produce la hiperconectividad y la hiperglobalización en el mundo se ha acelerado, obviamente no se da al mismo ritmo ni de manera homóloga, sino en forma gradual, en sectores, regiones, localidades, etc., lo que debe aprovecharse para propiciar ventajas que permitan la transformación y no la destrucción de los puestos de trabajo, tratando de lograr un equilibrio armónico que no sea solo el mercado o la novedad tecnológica lo que las impulse. Pero sobre todo, que establezca un código de normas y disposiciones que garantice que el ser humano va a ser siempre el que determine, con sentido ético, así como en qué condiciones

y para aspectos del bienestar general se incorporen y siempre con el propósito de reducir las brechas sociales y abatir las desigualdades, bajo la premisa de que el avance tecnológico debe convertirse en progreso social, lo que significa analizar e incorporar visiones integrales, multidisciplinarias e innovadoras en su gestión y utilización.

3. Algunas características actuales de la IA

Como puede observarse la IA ha pasado por etapas alternativas; de avance significativo, a estancamiento aparente, porque, aunque se sigue trabajando con la misma intensidad en los centros de investigación, las empresas y las Instituciones de Educación Superior, sus resultados no son tan relevantes. En la actualidad estamos en una etapa de avances que se inició en el 2012 con resultados muy satisfactorios en varias de sus ramas hasta llegar al novedoso ChatGPT en su última versión la número 4.

La Inteligencia Artificial (IA) es un término utilizado para definir un campo de las ciencias de la computación que tiene que ver con el diseño de máquinas y sistemas que permiten llevar a cabo acciones que maximizan el logro y los resultados en tareas y objetivos concretos, imitando las funciones cognitivas que los seres humanos utilizan para resolver problemas o para aprender.

Para atender los problemas que se pretenden resolver y obtener mejores resultados, se requiere incorporar las técnicas y métodos de análisis que nos proporciona la Inteligencia Artificial. Sin duda, la interacción de la IA y el Análisis de Datos ha traído un valor adicional a este proceso, porque permite no sólo el manejo adecuado de un gran volumen de datos, sino también obtener propuestas alternativas para la toma de decisiones a partir del uso de las técnicas de Machine Learning.

Mediante modelos predictivos se puede analizar de forma automática cada nuevo dato que entra en el sistema y se generan también alternativas de respuesta en función de ellos. Esto implicaría que el análisis de datos “tradicional”, tendría que orientarse no sólo a caracterizar el pasado, sino a partir de procedimientos computacionales, predecir

el comportamiento futuro. Las acciones y propuestas sugeridas podrían así ser utilizadas por los responsables de las tareas de gobierno para tomar decisiones bien sustentadas.

La OCDE define a la IA como:

Un sistema basado en máquinas que puede, para un conjunto determinado de objetivos definidos por el ser humano, hacer predicciones, recomendaciones o tomar decisiones que influyen en entornos reales o virtuales. Los sistemas de IA están diseñados para funcionar con diversos niveles de autonomía. Además, la IA son “Máquinas que realizan funciones cognitivas similares a las de los humanos”.²

Algunas de sus características, empezando por su definición, tipos, lenguajes, etc., presentan todavía algunas diferencias particularmente de nomenclatura dependiendo de quienes las cataloguen o clasifiquen, pero cada vez se avanza en lo que se refiere a consensuar una sola configuración.

Los tipos de inteligencia artificial se clasifican de acuerdo a diferentes criterios. Por el nivel de inteligencia se consideran de la siguiente manera:

- Inteligencia artificial Estrecha

La IA denominada también estrecha en la opinión de varios autores representa el trabajo computacional que realiza una máquina programada para llevar a cabo tareas que imitan capacidades humanas como el aprendizaje y la resolución de problemas constituye un área de innovación que mantiene un dinamismo que le permite lograr eventualmente, hasta ahora éxitos relevantes que en conjunto van representando una nueva etapa con características diferentes o superiores a los anteriores.

² <https://www.oecd.org/publications/artificial-intelligence-in-society-eedfee77-en.html>

- **Inteligencia artificial General**

Inteligencia artificial General (IAG). La OCDE se refiere a ella como la IA fuerte y varios autores coinciden en describirla como la IA que desarrolla capacidades de aprendizaje como lo hacemos los humanos para lo cual requiere llevar a cabo actividades similares al pensamiento para entender conceptos, conocimientos, etc. La IAG no se programa para que tenga capacidades cognitivas, sino para que pueda resolver un problema y en consecuencia imita alguna característica del ser humano como la conciencia. Es decir, mientras la IA se sustenta en datos estructurados que se van ampliando con cierto dinamismo para llevar a cabo tareas más complejas, la IAG se diseña para que opere de manera similar al cerebro humano.

- **Super Inteligencia artificial**

Este es un concepto en desarrollo que actualmente no ha alcanzado el avance requerido para concretar un proyecto que pueda ejemplificarse en nuestra realidad. Su propósito está orientado a construir una innovación o desarrollo tecnológico en materia computacional de IA que tenga capacidades muy elevadas de memoria, velocidades muy altas de procesamientos de datos y una toma de decisiones rápida y efectiva y que sea capaz de llevar a cabo tareas de mejor manera que los humanos.

Otra clasificación de Inteligencia Artificial son los siguientes tipos:

- **Aprendizaje automático**

Es un sistema que tiene como base el uso de algoritmos para, a través de un proceso donde al analizar los datos, aprender de ellos y esto le permite realizar tareas computacionales en las que destaca la toma de decisiones.

- **Aprendizaje profundo**

Se fundamenta en el diseño de algoritmos que se estructuran imitando o de acuerdo al funcionamiento de las redes neuronales de los seres humanos, de alguna manera es un derivado del tipo de aprendizaje automático. La

configuración de las redes neuronales que las conforman está organizada en diferentes capas o niveles que se ubican a diversas profundidades.

IA Generativa

En ese apartado del aprendizaje profundo se ubica la IA Generativa que está basada en los modelos de aprendizaje que tienen la capacidad de llevar a cabo varias tareas simultáneamente. A partir de los datos y las relaciones entre ellos, aprender los patrones y los utiliza para generar contenidos de texto, imágenes, audio, video y música.

Sistemas expertos

Su función principal es la solución de problemas, consecuentemente su mayor utilización es en áreas definidas y que requieren su aplicación para aspectos específicos, orientados a la toma de decisiones con base en conocimiento experto.

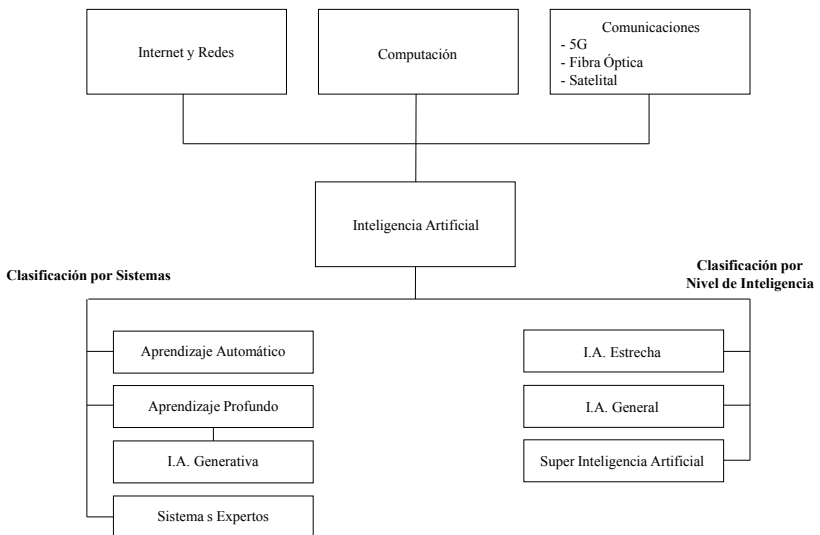
Los sistemas expertos son además sistemas informáticos que simulan la memorización, el razonamiento y las acciones del ser humano experto en un área del conocimiento. Esta técnica de IA se empezó a desarrollar desde la década de los 80 y ha venido evolucionando. Básicamente, consiste en capturar las capacidades humanas en un formato computable en una base de conocimientos sobre un tema o “dominio específico” y un “motor de inferencias” para manipular, combinar y recuperar esa información. La manera de construir estos sistemas es recopilando profesionales y expertos, su conocimiento y experiencia, en programas informáticos que después se evalúan, comparan, comprueban y mejoran; quien elabora el sistema debe ser experto en el tema. La idea básica es representar el conocimiento de forma explícita y con una estructura sólida para que el programa sustente su razonamiento y pueda ser utilizado a través de las tecnologías de la información y las comunicaciones por cientos o miles de usuarios simultáneamente.

El incremento de la capacidad de procesamiento, memoria y velocidad de las computadoras, así como su trabajo en red han propiciado un aumento exponencial de datos en

formato electrónico que se puede consultar fácilmente, y que ha modificado el concepto de incluir la experiencia en los programas informáticos por medio de una codificación especial del conocimiento y habilidades de muchas profesiones o actividades humanas. Se considera que para el caso específico de las tareas de gobierno es aplicable y conveniente el diseño y construcción de un sistema que acopie experiencias y conocimiento experto sobre temas específicos e incluya problemas y alternativas de solución, y que puedan seguir retroalimentándose con el mismo dinamismo y velocidad con el que se está generando el conocimiento.

Existen además otras clasificaciones más focalizadas y específicas. Para el propósito de este artículo se consideraron las anteriores. (Ver Figura 1).

Figura 1
Clasificaciones de la Inteligencia Artificial



Fuente: Elaboración propia.

Se utilizan también herramientas o tecnologías de apoyo para la IA, que son las siguientes:

Razonamiento basado en casos

Razonamiento basado en casos (CBR, por sus siglas en inglés). Es un procedimiento que estructura y dirige la búsqueda de soluciones a problemas planteados específicamente, bajo el principio de que a problemas similares corresponden soluciones similares, aunque mediante la adaptación y la reutilización de problemas semejantes atendidos y resueltos en el pasado. Esto significa que se apoya en la “memoria” de problemas para ir conformando un aprendizaje que aplica para reconocer casos de análisis no vistos anteriormente. Funciona de manera flexible y dinámica, de manera que si encuentra soluciones mejores sustituye a la anterior, robusteciendo el sistema y consolidando una “base de casos”.

Para resolver un problema utilizando CBR se aplica el procedimiento de transferir a lenguaje de cómputo el problema, para llevar a cabo el análisis comparativo con problemas parecidos y sus propuestas de solución. Se seleccionan los más aproximados y se procede a reutilizar la solución adaptada por la variación con el problema original. La solución propuesta por el sistema debe ser evaluada y en función del resultado, agregada a la “base de casos”. Estas fases se conocen como las 4R: recuperar, reutilizar, revisar y retener.

Aprendizaje computacional

Pensamiento computacional. Es un método para solución de problemas basado en la interacción del pensamiento crítico de una persona y las técnicas de la computación. Utiliza los siguientes procedimientos:

- Formular problemas y desagregarlo en formatos de cómputo para apoyar técnicamente su solución.
- Organizar y analizar de manera lógica la información referida al problema.
- Utilizar modelos y procesos de simulación.
- Automatizar soluciones utilizando algoritmos (pasos secuenciados para llegar a la solución).

Por sus métodos de trabajo, su utilización propicia habilidades individuales y colectivas entre las que se podrían mencionar:

- Capacidades para resolver problemas no estructurados.
- Procesos de comunicación y cooperación con el propósito de lograr objetivos comunes.
- Elementos de razonamiento y fortalezas para el manejo de problemas complejos y difíciles.

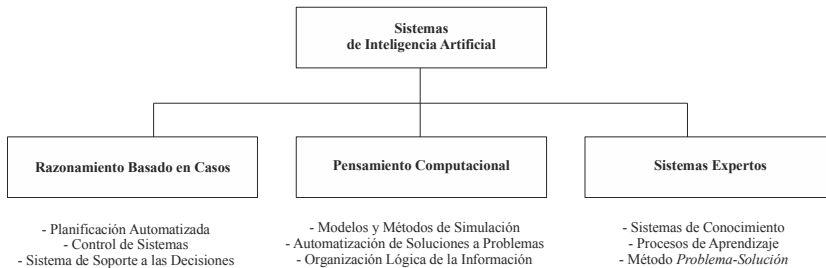
Sus características y métodos de trabajo, así como las habilidades que desarrolla, permiten identificar el proceso de resolución de problemas más adecuado. (Ver Figura 2).

Por su parte, la Inteligencia Artificial, interactuando con la Data Analytics, le da un valor adicional a este proceso, porque para atender los problemas que se pretenden resolver y obtener resultados más favorables, se requiere incorporar las técnicas y métodos de análisis que nos proporciona la IA.

Lo que significa que no sólo es cuestión del manejo adecuado del volumen de datos, sino que es necesario usar las técnicas de Machine Learning para obtener propuestas alternativas que puedan ser utilizadas para la toma de decisiones. Mediante modelos predictivos se puede analizar de forma automática cada nuevo dato que entra en el sistema y se generan también alternativas de respuesta en función de ellos.

Esto implicaría que el análisis de datos “tradicional”, tendría que orientarse a no solo caracterizar el pasado, sino a partir de tendencias históricas y de procedimientos computacionales con esas técnicas, tratar de predecir el comportamiento futuro de un ámbito y aspecto; para ello se proceden a automatizar sus datos. Las acciones y propuestas sugeridas por procesos podrán ser utilizadas por los encargados y responsables de las funciones de gobierno para tomar decisiones bien sustentadas.

Figura 2
Sistemas y componentes de la Inteligencia Artificial



Fuente: Elaboración propia.

Ciencias de datos

La información y el conocimiento expresado en datos es el alimento y soporte de la IA. En ese sentido es importante considerar los avances en la generación del conocimiento y en el crecimiento de la información han producido grandes volúmenes de datos, documentos, estadísticas, etc., a tal grado que desde 1980 cada 30 o 40 meses la información se duplica. Esto ha requerido desarrollar soluciones como la tecnología denominada por sus siglas en inglés, *Big Data*, que está constituida por estrategias y arquitecturas para la administración integral de la información para procesarla a gran velocidad. El *Big Data* está conformado por 3 tipos de datos:

Datos Estructurados:

Datos definidos en longitud y formato, ejemplo: datos relacionales y almacén de datos.

Datos Semi Estructurados:

Datos que no se almacenan en estructuras, pero tienen una organización interna que facilita su manejo y recuperación como XML, No SQL, datos de tipo texto y notexto.

Datos No Estructurados: No tienen formato específico, se obtienen tal y como se recolectan y no se pueden almacenar en tablas ni desagregar.

Conocimiento estructurado

Análisis de datos (Analytics)

Para analizar el concepto de Análisis de Datos (*Data Analytics*) es necesario revisar el de “Big Data”, el cual se refiere a procesos de cómputo en un entorno en el que los datos se producen en cantidades muy grandes, a muy alta velocidad y con una gran variedad de características, lo que se denomina “las 4V del big data”: Volumen, Velocidad, Variedad y Veracidad.

De esta manera, para atender eficientemente estas características de procesamiento es necesario no solamente tener más capacidad computacional, sino también procesos, herramientas y habilidades muy concretas para recopilar, depurar, almacenar y utilizar datos que se generen en esas cantidades, a esas velocidades y con esa variabilidad interna.

Por su parte, el análisis de datos (Data Analytics) es el proceso de examinar los datos con un objetivo específico: contestar a preguntas concretas y con propósitos definidos. El análisis de datos puede ocurrir en un entorno de Big Data o no. Esto significa que puedes participar en el entorno Big Data y no estar haciendo analítica de datos avanzada, igual que es posible analizar datos concretos para objetivos específicos que no reúnen las características propias del Big Data.

Jerry Milner (2017) sostiene que: “Los mejores datos y análisis en el mundo no tendrán ningún efecto si no impulsan una decisión o cambian algo. Eso requiere una cultura donde las personas entiendan, valoren y demanden decisiones y estrategias basadas en hechos”.³ Los tomadores de decisiones deben entender y mostrar a la

³ Citado en Lowman, Marie. 2017. *A Practical Guide to Analytics for Governments. Using Big Data for Good.* New Jersey: Wiley. p.15.

sociedad los beneficios de invertir en el uso de tecnologías, ya que éstas, como lo han demostrado las iniciativas de gobierno digital, no sólo permiten ahorrar recursos, mejorar servicios y reducir tiempo, sino también mejorar la capacidad operativa y de respuesta del gobierno.

4. La IA y el enfoque multidisciplinario

La gobernanza digital es esencial para obtener resultados más satisfactorios. Los problemas para definir y medir qué significa “mejor” gobierno son ampliamente reconocidos en el ámbito académico. Los economistas sugieren dos dimensiones del desempeño del gobierno: la “efectividad” definida, como el grado de implementación exitosa de la política y la “eficiencia” entendida como la provisión exitosa de bienes públicos a un costo mínimo (Shah, 2005).⁴ Pero esta definición se refiere a cómo lleva a cabo sus actividades el gobierno y considera el desempeño en función de los resultados de las políticas.

Gran parte de esta literatura, aunque no toda, ha tendido a equiparar la gobernanza efectiva con buenos resultados de políticas, pero se ha prestado menos énfasis en las dimensiones procedimentales y organizacionales del desempeño institucional, es decir, en el método que permite alcanzarlos.

La capacidad de gobernar por su parte está relacionada con el conocimiento y talento de quienes ejercen esa responsabilidad, principalmente los niveles directivos. Atender las demandas y necesidades de los diversos sectores de la población, no sólo significa atender intereses y preferencias de esos sectores para lograr cierto equilibrio, también requiere tomar decisiones estratégicas. El desafío de los gobiernos es cómo conciliar la expresión de las preferencias con la necesidad de dar soluciones a los problemas de política pública basándose en un razonamiento que trascienda el interés del grupo y que

⁴ En el libro *Public Services Delivery*, Huther and Shah (2005) desarrollan un índice para evaluar la calidad de la gobernanza el cual a su vez está compuesto por otros índices que miden la capacidad del gobierno para: 1) garantizar la participación política y la miden a través de los índices de libertad y estabilidad política; 2) brindar servicios públicos efectivos de manera eficiente, proporcionar eficiencia judicial y burocrática y falta de corrupción; 3) promover la salud y el bienestar de sus ciudadanos; 4) crear un clima favorable para un crecimiento económico estable.

garantice el bienestar a largo plazo en todos estos casos; decisiones, solución a problemas y razonamientos, la participación de la IA como soporte es fundamental.

El refinamiento analítico debe estar orientado a conciliar el divorcio que ha existido entre las disciplinas: “nos hace falta un diálogo interdisciplinario que nos permita hacer propuestas estratégicas con visiones sistémicas que capten la complejidad de los sistemas de gobierno y gestión para que los gobiernos garanticen un desempeño basado en soluciones y resultados a través del diseño de políticas públicas que sean capaces de responder de forma articulada a las necesidades y demandas de los distintos sectores y actores de sus respectivas sociedades” (Guerra, 2017).

La resolución a muchos de los problemas de la gobernanza requiere entonces un enfoque interdisciplinario, pero las instituciones del gobierno, programas, proyectos son disciplinarias. Por lo que es necesaria una reorganización para enfrentarlos con mayor eficiencia. Un gobierno efectivo garantiza acceso y calidad en los servicios básicos, provee salud y educación de calidad, canaliza recursos y apoyos para los sectores productivos, establece pactos sociales, administra servicios y programas sociales de manera eficiente y adquiere nuevas tecnologías para mejorar sus funciones, tareas y responsabilidades.

En ese sentido, son los enfoques multidisciplinarios y las visiones complejas e integrales de la IA lo que permitirá generar eventualmente los elementos para tener una buena administración pública. Adicionalmente, el buen gobierno es una función del grado de rendición de cuentas que los ciudadanos pueden exigir a sus funcionarios públicos sobre sus acciones, la cual depende de la presencia de mecanismos de control que la sociedad pueda tener sobre sus programas, acciones y decisiones y la cantidad de información y conocimiento, así como de la evaluación que se tenga sobre el comportamiento de los mismos y su gestión.

Un gran proyecto de coordinación entre los actores de la gobernanza bajo un objetivo común que es lograr mejores niveles de bienestar social para todos. La metagobernanza es la capacidad del Estado para imponer sus objetivos a la sociedad, para crear mayor coherencia en la integración de políticas, así como su autoridad para definir cómo se va

a gobernar la sociedad y dar dirección a las acciones de los sectores público y privado de manera más eficaz de lo que habría sido posible sin la presencia de la metagobernanza (Pierre y Peters, 2002, p.104).

El informe de la CEPAL (2018) *Datos, Algoritmos y Política: La Redefinición del Mundo Digital* describe los casos en los cuales la IA puede utilizarse para el desarrollo económico y social. Definen cuatro tipos de características de la IA: Inteligencia a distancia, local, realidad aumentada y realidad de grano fino.

La inteligencia a distancia permite que las tecnologías de IA en combinación con las telecomunicaciones puedan asistir en estos campos como la educación y la salud que no cuentan con personal suficiente (Sánchez 2020).

La inteligencia local se ha utilizado para el análisis de un gran volumen de datos sobre clima y cultivos locales; a través del uso local de un algoritmo de aprendizaje de máquina (tomado de la neurociencia) se pueden analizar los efectos del cambio climático. La huella digital que es cada vez más precisa de los grandes datos permitirá a los actores locales encontrar soluciones que respondan directamente a las condiciones locales únicas. De esta forma, se tomarán decisiones sobre programas no sólo de manera informada, sino atendiendo cada caso de manera única y aumentando así, la eficiencia económica local y nacional (CEPAL 2018, 181).

En el análisis del potencial que representa la aplicación de la IA en la administración pública es importante considerar además del tipo o clasificación que se va a utilizar, así como otros aspectos que tienen que tomarse en cuenta y que es el enfoque multidisciplinario para la realización de un proyecto o alternativa de solución que involucre la interacción de equipos de expertos con estas características en función del área de aplicación. Debe ampliarse ese espectro colaborativo o de agrupamiento de elementos y factores potenciadores a la elaboración de proyectos con enfoque multitecnológico, que considere además de la IA los avances del Internet de las cosas, la realidad aumentada y virtual, la tecnología 5G y las que pudieran surgir en el futuro.

5. La administración pública y el bienestar social

- La administración pública

Desde varios enfoques, tanto económico y social como político, muchas opiniones intelectuales, científicas y filosóficas coinciden en que el objetivo superior de la relación gobierno-sociedad es llevar a cabo una administración pública, cuyos resultados sean de beneficios para los ciudadanos en la cual destaca el propósito de lograr mejorar los niveles de bienestar y desarrollo social de la población. En este contexto, el reto se ha centrado en cómo construir mejores niveles de bienestar y la discusión en cuál debe ser el método y el paradigma que se debe seguir para lograr que la sociedad se transforme, de manera que impulse el cambio y promueva el desarrollo.

Una administración pública moderna busca integrar elementos como la gestión por resultados, la evaluación y el seguimiento, la gestión estratégica, mecanismos de responsabilidad de los funcionarios públicos, transparencia e integridad. Con el fin de mejorar la eficiencia y la eficacia en la acción del Estado se requiere una mirada especial a las reformas que tienen como objetivo mejorar los procedimientos, procesos y estructuras, que garanticen una mejor gestión.

La conceptualización de la Gestión para Resultados en el Desarrollo (GpRD) se formuló por CLAD y el BID en 2007, en el documento “Modelo Abierto de Gestión para Resultados en el Sector Público” en el cual se reconoció que ante las crisis fiscales y de deuda del Modelo de Estado de Bienestar se requería desplazar el énfasis de la Administración Pública de sus sistemas de control basados en la exigencia de rigor en los procedimientos, hacia un enfoque centrado en los resultados. De manera que la toma de decisiones institucionales estuviera basada en la medición de resultados y en la transparencia en el uso de los recursos fiscales. En 2010 el BID concibió a la GpRD como una propuesta de cambio de cultura organizativa, directiva y de gestión de la Administración Pública. La GpRD toma en cuenta todo el ciclo de gestión por lo que su implementación requiere modificaciones a los marcos legales e institucionales para fortalecer y alinear los distintos componentes del ciclo de gestión.

Tanto las reglas, los procesos y los resultados son importantes para evaluar la efectividad de la gobernanza. Los indicadores y metodologías de agregación para elaborar índices de la calidad de la gobernanza, deben incluir otros aspectos de la gobernanza como las nuevas modalidades de participación ciudadana y gobierno abierto para que los tomadores de decisiones puedan tener mediciones más completas de los procesos deliberativos de elaboración de políticas públicas.

Entre esos valores se encuentran la acción en red, el sistema socio-cibernético (tomando este término en su sentido etimológico), la Interorganización cooperativa que provoca el reequilibrio de las asimetrías del poder y la actualización electrónica del gobierno ante las demandas de la sociedad digital que le exigen mayor eficacia y eficiencia” (Aguirre et al. 2019, p.14).

Vincular las actividades gubernamentales con los resultados sociales, en particular los que están directamente relacionados con el bienestar social, es sin duda una tarea analíticamente compleja. En los últimos años, algunos gobiernos han introducido un enfoque de gestión basado en resultados con el fin de vincular las actividades gubernamentales con los resultados sociales clave. El sistema de evaluación de desempeño y resultados de gobierno es un proceso caracterizado por su énfasis en el planeamiento estratégico, la colección de datos, la medida de funcionamiento o desempeño y la publicación de resultados. El administrador de resultados posee una serie de herramientas a través de las cuales se formalizan los procesos de aprendizaje organizacional. Es así un subsistema importante de gerencia y una herramienta indispensable para los líderes que intentan mejorar la capacidad de los otros subsistemas, incrementando la capacidad institucional total y contribuyendo a la implementación de acertadas políticas públicas. Sin embargo, muchos de ellos continúan presentando una asignación inadecuada de recursos y una deficiente entrega de servicios públicos.

Una propuesta innovadora de gobernanza efectiva es la de “Gobernanza Ágil” del gobierno japonés, la cual busca responder a un entorno social complejo y que cambia rápidamente reformando los procesos (elaboración de normas, cumplimiento,

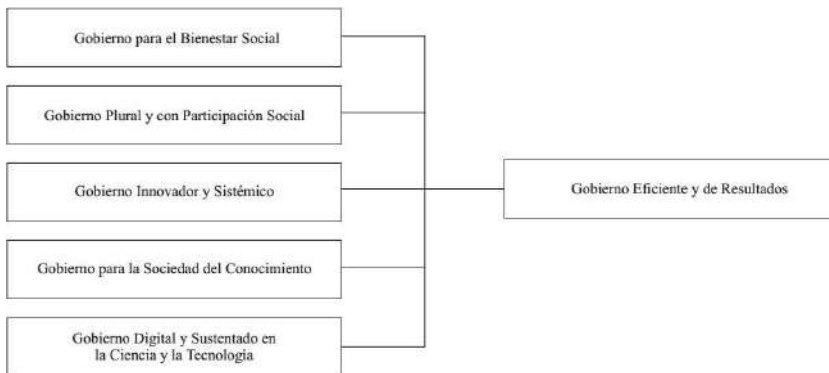
monitoreo y aplicación) de la gobernanza en toda la sociedad. Por lo que se propone un modelo de gobernanza horizontal de múltiples partes interesadas (gobierno, empresas, individuos y comunidades) que se centre en resolver problemas (objetivos) como derechos humanos básicos, competencia justa, democracia y conservación ambiental donde las partes interesadas analizan las situaciones sociales en las que se encuentran, los objetivos que buscan alcanzar y diseñen los sistemas para lograrlos; además de evaluar continuamente los resultados basados en el diálogo para realizar mejoras en estos sistemas. La gobernanza ágil busca implementar un “gobierno ágil” que esté diseñado para ejecutar ciclos tales como establecimiento de objetivos, diseño del sistema, operaciones, evaluación y mejoras de forma continua y rápida.

El actual modelo de gobernanza establece reglas y procedimientos fijos para atender objetivos; sin embargo, la gobernanza ágil propone métodos flexibles a las circunstancias cambiantes para lograr estos objetivos. La gobernanza ágil tiene como objetivo lograr la “Sociedad 5.0”, que es una sociedad centrada en el ser humano, y no sólo en la industria, donde se integra el ciberespacio (la información) y el espacio físico (el mundo real) para promover el desarrollo económico y resolver problemas sociales. La Sociedad 5.0 busca aprovechar las transformaciones tecnológicas de la 4ª Revolución Industrial en beneficio de todos y cada uno de los ciudadanos a través de la resolución de los problemas de su sociedad y que ayuden a cumplir los Objetivos de Desarrollo sostenible para 2030. Con esta aportación al mundo, Japón sugiere pasar de la Sociedad 4.0, la sociedad de la información producto de la cuarta Revolución Industrial, a la sociedad superinteligente donde todos los ciudadanos se benefician. El concepto y la estrategia de la Sociedad 5.0 son impulsados por el Consejo para la Ciencia, Tecnología e Innovación y su visión integradora y transversal la apoyan catorce ministerios, entre ellos los de Educación, Economía, Comercio e Industria, Sanidad, Trabajo y Bienestar, y Agricultura.⁵

⁵ Ortega, Andrés. 2019. “Sociedad 5.0: el concepto japonés para una sociedad superinteligente”. Real Instituto Elcano. 25 de enero de 2019. Madrid. Disponible en: <https://www.realinstitutoelcano.org/analisis/sociedad-5-0-el-concepto-japones-para-una-sociedad-superinteligente/>

La relevancia y responsabilidad de estas tareas en un gobierno eficiente es sin duda uno de los temas de mayor análisis y discusión en el mundo. Un modelo eficaz permitirá a un gobierno instrumentar, en el marco de la pluralidad y la participación social, innovaciones congruentes con la era tecnológica entre ellas la IA y la sociedad del conocimiento, utilizar experiencias y trayectorias profesionales y aprovechar los avances científicos y sus aplicaciones para establecer con rigor las medidas que garanticen un desempeño eficiente basado en soluciones y resultados para lograr las transformaciones que se requieren para enfrentar con una visión moderna y avanzada los retos actuales y los que ya se vislumbran. (Ver Figura 3).

Figura 3
Alternativas de Modelos de Gobierno



Fuente: Elaboración propia.

- **El Bienestar Social**

La calidad de vida es un concepto muy interrelacionado con los aspectos básicos del bienestar social e individual, y se refiere al conjunto de factores y aspectos tanto de carácter subjetivo que son de percepción e interpretación de cada persona de su bienestar en diversos elementos y criterios de manera emocional y particular. Por otra parte, los de carácter objetivo si son medibles y disponen de metodologías de evaluación que se reflejan en resultados e indicadores muy concretos en relación a aspectos de vivienda, salud, educación, empleo y las condiciones de la convivencia social y comunitaria.

Para evaluar la sostenibilidad del bienestar a lo largo del tiempo, la OCDE se centra en cuatro tipos de recursos (o “capitales”): los capitales económico, natural, humano y social, para generar el Índice de Bienestar que valora once dimensiones: ingreso y riqueza, empleo, vivienda, salud, compaginación de vida laboral y privada, educación, relaciones sociales, actividad cívica y gobernanza institucional, calidad medio ambiental, seguridad personal, y percepción subjetiva del bienestar.

En una escala de 0 al 10, siendo el 10 el máximo valor positivo, México se ubica como el país con mayor inseguridad (considerando la tasa de homicidios y delitos) con una nota de 0, pero también con el peor resultado en educación (0.4), uno de los más bajos en ingresos por habitante (0.7) y vida laboral y privada (3.3), vivienda (3.6) y salud (3.7), mientras que presenta valores más positivos para el empleo (7.1) y en la satisfacción personal con la vida (6.7).

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 reafirman la relevancia de promover pisos de protección social e igualdad de género “sin dejar a nadie atrás”. La Declaración Universal de los Derechos Humanos (1948) reconoce como derecho humano la protección social, definida como el conjunto de políticas y programas diseñados para reducir y prevenir la pobreza y la vulnerabilidad en todo el ciclo de vida de una persona. Según estimaciones del Informe Mundial sobre Protección Social 2017-2019, en América Latina y el Caribe, el 32.4% de la población (241 millones de personas) no cuenta con ningún tipo de acceso de protección social, y el porcentaje restante accede a una protección efectiva muy baja.

- Los aspectos del bienestar social
 - . Salud
 - . Educación
 - . Vivienda
 - . Empleo

Alcanzar un bienestar armónico, equilibrado y general para toda la población constituye un objetivo fundamental de cualquier gobierno, independientemente de su modelo y estructura (presidencial, parlamentario, monárquico, etc.) y al margen de sus ideologías. En ese marco, desde la segunda mitad del siglo pasado se ha venido desarrollando un proyecto económico-social denominado el Estado de bienestar, cuyo propósito es lograr un nivel mínimo de calidad de vida, una disminución de las desigualdades y una distribución más equitativa del ingreso, así como establecer los sistemas que provean los servicios básicos (educación, salud, vivienda) y promuevan el empleo pleno. Adicionalmente, en los últimos años se han agregado otros aspectos como el apoyo a los adultos mayores, los servicios de atención a la niñez y, en diversos grados de avance de acuerdo al país de que se trate, lo que se refiere al seguro del desempleo.

Bandrés (1994) señala tres objetivos fundamentales del Estado de bienestar: la seguridad económica y social; la reducción de las desigualdades; y las políticas para reducir la pobreza. En el primer objetivo, la seguridad económica y social, lo que se aspira es a lograr un nivel de vida favorable en todos los sentidos, con la garantía de una renta mínima y la reducción de la inseguridad económica. En el segundo, la reducción de la desigualdad económica-social, lo que se propone es modificar la estructura de la distribución de la renta, tanto a través de los sistemas fiscales como de los servicios y programas públicos. El tercer objetivo, la eliminación o reducción de la pobreza, que tiene como base establecer programas y apoyos que incluyan la política laboral, mejores salarios, así como los programas sociales compensatorios para lograrlo.

Micklethwait y *Wooldridge* (2015) señalan varias etapas en las que el Estado se ha reinventado. La primera estableció el orden y la paz y dio lugar a la conformación del Estado en el siglo XVI que centralizó el poder con un gobierno que fue adquiriendo legitimidad por la efectividad de su gestión, sobre todo en términos de seguridad. La segunda etapa consolidó al Estado liberal justo en la época de la Revolución Francesa y la independencia estadounidense. Los gobernantes implementaron reformas que substituyeron los sistemas clientelares por sistemas meritocráticos de ascenso burocrático y construyeron mecanismos de

rendición de cuentas. En algunas naciones esto permitió la instauración del servicio civil de carrera, el fin del compadrazgo en la relación entre gobierno y sociedad, la liberalización económica y las constituciones diseñadas para proteger los derechos ciudadanos.

Para el caso de la tercera etapa, que fue la del Estado de bienestar, está considerado como la conformación, estructura y modelos que han venido evolucionando desde que surgió en sus primeras expresiones en Alemania a finales del siglo XIX. Mishra (1989) define al Estado de bienestar como un sistema social desarrollado en las democracias capitalistas industrializadas, como Gran Bretaña, después de la II Guerra Mundial.

García Pelayo (1981), establece que son dos las condiciones que hicieron posible el Estado de bienestar: 1) la necesidad de resolver problemas sociales complejos dentro del Estado liberal y 2) las alternativas y oportunidades que ofreció el desarrollo tecnológico y cultural de la época industrial. Este autor puntualiza que fue hasta que la pobreza y la desigualdad se convirtieron en un asunto de la más grande prioridad política cuando el Estado quedó legitimado para participar activamente con políticas y programas sociales en los procesos de distribución del ingreso y bienestar social, crecimiento económico y pleno empleo.

Con el tiempo, el nuevo Estado de bienestar amplió el concepto de sus acciones en el contexto social hacia la seguridad en la vejez, el desempleo, la enfermedad y la alimentación. Si bien existen muchos casos exitosos, también hay gobiernos que han instrumentado modelos con resultados muy limitados. Esto se debe a la ausencia de una visión y organización sistémica, dado que los programas, los proyectos y las acciones que están orientados a impactar el bienestar de la población producen resultados insuficientes, por la forma desarticulada como se atienden los problemas que enfrenta la sociedad y se definen los mecanismos para resolverlos.

6. El impacto de la IA en la Administración Pública y el Bienestar

- Social

En el 2020 la OCDE elaboró a través de su observatorio para la innovación un documento de trabajo al que denominó: “Hola mundo: La Inteligencia Artificial y su uso en el sector público”. En él señala aspectos importantes de carácter general que pueden considerarse como estratégicos:

- . Sistematizar las tareas rutinarias para mejorar la eficiencia y la funcionalidad de la administración pública.
- . Organizar de manera estructurada y por prioridades el diseño de políticas públicas.
- . Impulsar la IA para la toma de decisiones gubernamentales en aspectos estratégicos como las políticas, los temas conflictivos, la seguridad pública, etc.

Existe un consenso en todos los ámbitos de la sociedad en el sentido de que la IA puede impactar muy favorablemente en la administración pública. Aunque se está consciente también de que en los estudios recientes como lo señala la OCDE “las instituciones gubernamentales, los organismos educativos y las asociaciones de beneficencia” están rezagadas en cuanto a la adopción de la IA. Por eso es importante redoblar esfuerzos y acelerar los proyectos y acciones en esta dirección.

- Administración pública

Con el propósito de impulsar los proyectos de IA orientados a la administración pública es indispensable que sus procesos de organización y ejecución se realicen con base en los enfoques conceptuales que la sustentan como el aprendizaje de máquinas y el conocimiento de temas específicos que se utilizan para su elaboración y desarrollo y que pueda ser de utilidad para mejorar la funcionalidad y los resultados de estas acciones y tareas. En la conformación de esta perspectiva es importante considerar que para alcanzar mejoras significativas en capacidades críticas de gobierno se requieren rediseños innovadores y radicales (Dror, 1994).

En consecuencia, es importante considerar la opinión consensuada de los expertos que señalan que los avances mostrados como consecuencia de la instrumentación de innovaciones tecnológicas en los servicios públicos de administración gubernamental, participación ciudadana y otras áreas de estos ámbitos, permiten a la sociedad mejorar la calidad de vida, reducir los índices de pobreza, propiciar la inclusión y abordar otras problemáticas de los ciudadanos y comunidades. Además, el utilizar este tipo de tecnologías avanzadas, como la IA, los gobiernos pueden ser más eficientes y lograr un desempeño más favorable que propicia logros de mayor cobertura y eficiencia.

Por esa razón, se considera conveniente que los elementos para la coordinación y configuración de los aspectos que se utilizan en estos procesos (mapas, datos, imágenes, diagramas, histogramas, que permita el análisis de problemas, servicios, etc.) territorial y/o por sectores, permita su visualización de lo general (país, estado, sector) a lo particular (punto geográfico, municipio o localidad), y viceversa. Así como que los mecanismos de coordinación estén diseñados para que funcionen con un soporte conformado por:

- a) Plataformas de innovación, conocimiento y tecnología:
 - Conectividad.
 - Telecomunicaciones.
 - Redes.
 - Equipos de cómputo avanzado.
- b) Herramientas de Inteligencia Artificial y de Ciencia de Datos.
- c) Implementación y capacitación.

Su organización y diseño debe permitir, además, la compatibilización y consecuente incorporación de sistemas y procedimientos que actualmente y en un futuro operen en el gobierno, independientemente de los fines específicos de cada uno, garantizando la integración y funcionalidad óptima, de tal manera que estudie y analice los escenarios que queremos construir en esta época de cambios y acciones disruptivas. Para ello, se requiere pensar, con sentido crítico, lo que está sucediendo y la perspectiva de lo que puede venir para anticiparse y conformar el futuro que más satisfaga las necesidades humanas, que incluyan desde su análisis como sistema social complejo, la

segmentación geográfica de problemas y la regionalización y descentralización de las alternativas de solución, hasta los enfoques intersectoriales, teniendo siempre en el centro de las políticas públicas al ciudadano y sus potencialidades, en función de los entornos en los que promueve su desarrollo personal, familiar y en comunidad.

Para ello, se requiere acelerar la incorporación de aspectos y elementos de IA que estén orientados a disminuir las desigualdades sociales. Obviamente, es importante que estas estrategias establezcan sus planes y rutas para desarrollar capacidades que contribuyan al bienestar de la sociedad.

Para lograr mejores y más favorables resultados, es fundamental considerar que las diversas regiones del país tienen diferencias sociales económicas y culturales que se reflejan en sus objetivos y metas. En consecuencia, sus programas y proyectos deben estar orientados a sus ámbitos locales y regionales, pero tomando en cuenta el contexto nacional y los entornos en los que atienden los problemas diversos y complejos que enfrentan las comunidades en materia de salud pública, educación, capacitación y empleo, así como de infraestructura, energía, agua y sustentabilidad, entre otros.

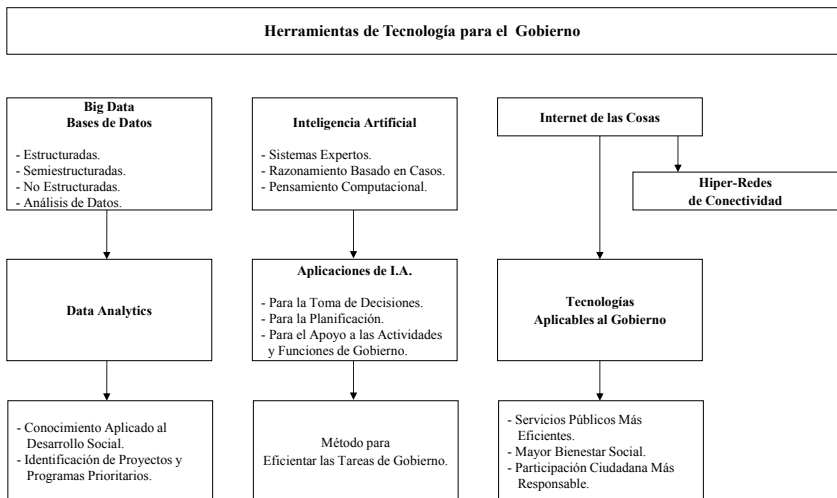
En ese sentido, las relaciones entre innovación, conocimiento y tecnología constituyen las bases de sustentación para la construcción de estrategias para que el gobierno reduzca el riesgo asociado a la toma de decisiones, pero sobre todo que permita hacer más eficientes sus tareas y acciones y obtener resultados más favorables para la población, utilizando para ello los avances científicos y tecnológicos, considerando que facilitan la comunicación, coordinación e interacción, pero lo más significativo en aspectos como el intercambio de conocimientos, contenidos, ideas, experiencias y el proceso de aprendizaje continuo.

El dinamismo con que se generan resultados de la IA exige a los gobiernos integrar los últimos conocimientos en esta materia en su proceso de elaboración de políticas. Al respecto, es importante señalar que existen varios sistemas y procedimientos que se han venido desarrollando en los últimos años con estos propósitos.

En el ámbito internacional existen también proyectos relevantes con estos enfoques. Recientemente, un modelo que desarrolló Estonia y en el que luego colaboró Finlandia, está teniendo un gran impacto porque presenta avances de gran relevancia, como es el hecho de que casi la totalidad de los trámites de gobierno se pueden hacer a través de mecanismos digitales.

También es importante considerar que todos esos elementos pueden ser incorporados a los sistemas o las plataformas, los cuales al interaccionar con los componentes de Big Data e Inteligencia Artificial se pueden potenciar significativamente. (Ver Figura 4).

Figura 4
La Inteligencia Artificial y la Tecnología en el gobierno

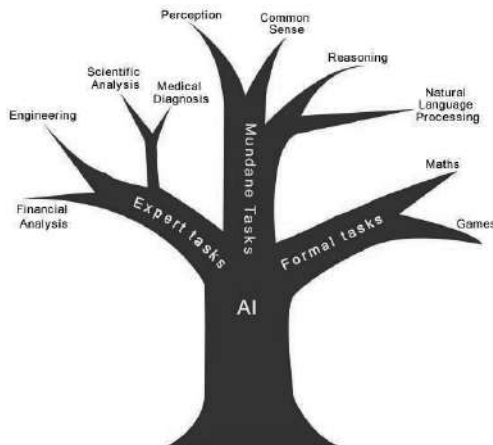


Fuente: Elaboración propia.

- IAG

La inteligencia artificial general es aquella que posee la habilidad de entender, aprender y aplicar conocimiento a través de una gran variedad de tareas y dominios. Puede ser aplicada a una mayor cantidad de casos de uso e incorporar flexibilidad cognitiva, adaptabilidad y habilidades para la resolución de problemas. (Ver Figura 5).

Figura 5
Dominios o áreas de desarrollo



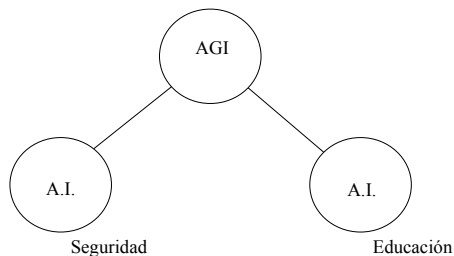
Fuente: https://www.tutorialspoint.com/artificial_intelligence/artificial_intelligence_research_areas.htm

El principio está basado como se plasma en los sistemas expertos donde a partir de las especializaciones de los dominios o áreas de interés dentro de la estructura de Gobierno se puede crear una inteligencia artificial general que cubra todos estos dominios.

1. Crear una estrategia de digitalización con las nuevas herramientas de IA que permitan extraer la información (OCR, Optical Character Recognition) de inclusive documentación escrita a mano.
2. Digitalizar todos los procesos y trámites administrativos en todas las instituciones del país.

3. Discriminar aquellos datos irrelevantes desde su origen, y en algunos casos utilizar la IA en el punto más cercano a los ciudadanos para contrarrestar problemas desde sus inicios.
4. Clasificar toda la información y darle una estructura para atender necesidades por dominios; esta es la parte donde entran las herramientas de BigData como la ETL/ELT que es la extracción y transformación de datos.
5. Una vez definidos los dominios con sus datos clasificados aplicar la IA de manera particular/singular y el último paso para intentar llegar a la AGI (Artificial General Intelligence); conectar todos los dominios a una IA más grande que permita analizar cada una de las IA pequeñas o por dominio.

Figura 6
A manera de ejemplo



Fuente: Elaboración propia.

En materia de gobernabilidad y gobernanza las funciones y tareas que tienen asignadas como responsabilidades los encargados de llevar a cabo la toma de decisiones, los proyectos, las acciones, etc., en muchos casos tienen que hacerlo en ámbitos de incertidumbre y en ocasiones caóticos, donde intervienen diversos aspectos, factores y variables, que impactan también en los retos y problemas que enfrenta la sociedad. Lo que propicia que se produzcan factores y grados de dificultad más elevados que a su vez se traducen en escenarios más inciertos y complejos, a los que además hay que agregar los aspectos demográficos, geográficos, sociológicos, étnicos, sustentables, etc.

De ahí la importancia de considerar que los actuales procesos que son utilizados en los diversos aspectos del gobierno, así como los que se están tratando de incorporar, deberán incrementar el logro de sus alcances y objetivos al utilizar las nuevas tecnologías como la IA y la Ciencia de Datos y que de acuerdo a las características que sabemos que tendrán cada una de ellas, generaran un dinamismo y les proporcionarán elementos de mayor versatilidad que los que conocemos. Esto si se dimensionan y operan cada una por separado, pero que al interactuar de manera conjunta en un ámbito determinado para mejorar el desempeño y dotar de mayores capacidades de análisis a los responsables de tomar las decisiones y ejecutar las acciones, estaremos escalando sus potencialidades. Para comprender más objetivamente este cambio de paradigma vamos a proceder a describir y analizar qué significaría su participación coordinada e integrada.

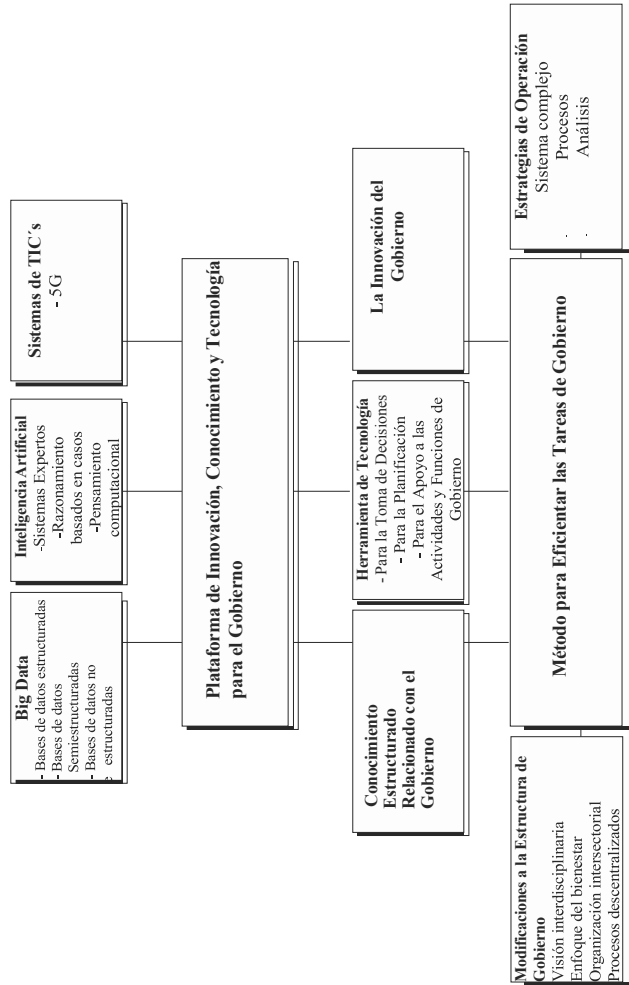
En ese sentido, de acuerdo a la descripción de las especificaciones de la tecnología 5G en lo que se refiere a las características y velocidad en su aplicación de una manera más amplia, permitirá el procesamiento de información hasta decenas de veces mayor al que lo hacemos con la actual tecnología, lo que obviamente produciría resultados y análisis en períodos muy breves. Esto aunado a la utilización de ciencia de datos y *data analytics* que está orientada al procesamiento de grandes volúmenes de información y su análisis para la obtención de datos relevantes y significativos con propósitos determinados que pueden parametrizarse y, a partir de ellos, construir escenarios con base en la IA de las alternativas de solución de problemas, así como la simulación de ellos aplicando diversos indicadores y variables y los resultados y su impacto en cada caso.

Por su parte, la aplicación de Inteligencia Artificial de manera interrelacionada con los otros componentes aportará un valor agregado, por lo que significa el aprendizaje de la computadora para ir mejorando procesos y resultados. Estos mecanismos permitirán configurar herramientas interrelacionadas y capaces de presentar más objetivamente e integrada los aspectos y elementos que se requieren para la definición de proyectos, la toma de decisiones, la planeación, organización y supervisión de acciones y tareas. Una ilustración de este proceso, la tenemos de manera objetiva y sencilla en la siguiente forma:

$$\begin{array}{ccccccc}
 > & \text{Velocidad de} & \triangle & \text{Del} & + & \text{Aplicación de} & = & \text{Resultados} \\
 & \text{Procesamiento} & & \text{Análisis de Datos} & & \text{Inteligencia Artificial} & & \text{más Eficientes}
 \end{array}$$

Lo cual se expresa de manera más amplia y descriptiva en la siguiente figura.

Figura 7
Plataformas de innovación, conocimiento y tecnología para el gobierno



Fuente: Elaboración propia.

En un nivel de mayor concreción de la utilización de la IA en el sector público consideramos pertinente hacer algunos comentarios a manera de ejemplo de cómo puede impactar en aspectos generales de relevancia que son su responsabilidad, como son la toma de decisiones y el uso predictivo de esta tecnología para la previsión de problemas o desastres así como para la planeación estratégica, los procesos de simulación pueden mejorar ampliamente la toma de decisiones y los asistentes virtuales especializados servirían de apoyo para la consulta rápida de información y conocimiento clasificado.

En los temas de carácter transversal para aplicaciones más definidas su utilización la podemos ubicar en diversos ámbitos en algunos de ellos con cierto grado de avance.

- | | |
|--------------------------------|--|
| Seguridad. | Identificando zonas, áreas y lugares de mayor incidencia delictiva y sus tipos para diseñar estrategias más efectivas. |
| Transporte. | Tanto en la programación del transporte público, como en la fabricación de vehículos autónomos e inteligentes. |
| Servicios y Trámites Públicos. | Lograr el procesamiento automatizado de todos los trámites de la administración pública. |
| Licitaciones Públicas. | Orientar el uso de la A.I. a la realización de las licitaciones públicas con transparencia y honestidad. |
| Agricultura. | Análisis y recomendaciones de los mercados y los productos con mejores expectativas las condiciones climatológicas de mediano plazo, y el mejoramiento del rendimiento agrícola. |

En un enfoque más específico y con el mismo propósito demostrativo podemos considerar la aplicación de IA para la atención de retos y la solución el problema como: el combate a la pobreza, el uso intensivo de conocimiento en las estructuras de gobierno y el reciclaje laboral y profesional de los trabajadores de la administración pública.

El conocimiento aplicado y la información requerida en los diversos sectores y dependencias de la Administración pública utilizando IA generativa será posible realizar análisis comparado del conocimiento y la información que utiliza en la realización de sus actividades y el que se encuentra en el web relacionado con cada dependencia y área de la administración pública para actualízalos con datos, información y conocimiento estructurados.

- Combate a la pobreza

En la distribución de la población en el país se identifican las áreas y comunidades en dónde se localiza la pobreza y la pobreza extrema.

Para ello hay que considerar que de los 126 millones que reportó el INEGI en el censo de 2020 la población rural representa el 21% y son 26.9 millones los que de acuerdo con estos datos habitan en las 185,000 comunidades rurales donde en promedio viven 145 personas. Por otra parte, se encuentran las áreas identificadas como “Cinturones de Miseria” en las 37 ciudades mayores de 500,000 habitantes, que es en donde se localizan en un número más elevado en las zonas urbanas.

La aplicación de la IA permitiría evaluar las características de estas localidades rurales para determinar en cuales no existen ni las más mínimas condiciones para aspirar a un desarrollo elemental que les permitiera a los habitantes de esas localidades alcanzar niveles aceptables de calidad de vida. Con el propósito de buscar alternativas a definir políticas incluyendo la reubicación en localidades con mejores expectativas.

Por su parte en el ámbito urbano los análisis de la IA estarían orientados a identificar estos hogares, las perspectivas laborales en función de los perfiles de educación y competencias de sus habitantes para proponer alternativas de solución en materia de la ruta educación-capacitación-empleo o en caso contrario identificar la falta de oportunidades.

- Bienestar social

Y de la misma manera se puede hacer énfasis en los aspectos del bienestar social: salud, educación, vivienda y empleo.

- Salud

Con la IA se podrá avanzar en el proyecto de construir un expediente universal de cada individuo desde su nacimiento, las vacunas que recibió, las enfermedades y medicamentos que le han recetado, los exámenes de laboratorio, estudios radiológicos, etc. Sus predisposiciones hereditarias recopilando esa información de manera automatizada en una gran base de datos con los algoritmos respectivos para su utilización por el personal especializado del área de la salud, como para la elaboración de políticas públicas, la planeación de diversos aspectos; formación profesional, producción de medicamentos, prevención de epidemias o enfermedades contagiosas; así como para la predicción de enfermedades y problemas de salud pública.

Se aprovecharán los avances obtenidos como el del uso de algoritmos que han logrado resultados satisfactorios para identificar tumores incluso con más acierto que los especialistas.

Conjuntamente con la realidad aumentada y mixta la IA está desarrollando dispositivos tecnológicos que van a servir de apoyo para la cirugía robótica al personal de salud especializado para su desempeño.

Los asistentes de IA en las áreas de la salud pueden ser también de gran utilidad para orientar a los usuarios en prediagnósticos y en los aspectos a seguir para su atención por especialistas, estudios de laboratorio, etc.

- Educación

En el área educativa la IA podría contribuir con proyectos orientados a la detección preventiva y las causas del abandono escolar con el propósito de tratar de evitarla o disminuirla.

En otro enfoque la IA puede realizar estudios de análisis de pertinencia de la oferta educativa de formación técnica y profesional con las demandas actuales del sector productivo y las predicciones de nuevos perfiles como consecuencia del avance y desarrollo tecnológico, para realizar las modificaciones o ajustes a los planes y programas de estudio.

En la enseñanza de la IA contribuirá a la revisión y evaluación de contenidos y los entornos de aprendizaje y proponer las adecuaciones y reforzamientos respectivos.

En la formación y actualización de los docentes en este mundo de crecimiento exponencial del conocimiento, la participación de la IA es también relevante para identificar y recomendar necesidades de capacitación tanto de carácter general como específico.

Los asistentes de la IA serán también de mucha utilidad.

- Vivienda

Es ampliamente conocido que en el país existen viviendas deshabitadas, la mayoría de ellas sin estrenar debido a falta de planeación, o cambios en las expectativas y proyecto de crecimiento de las empresas generadoras de empleo. Y por otra parte el déficit de vivienda en otros lugares es muy significativo.

La utilización de la IA sería de utilidad para robustecer la base de datos de esta información y compararla con las políticas y programas de estímulos e incentivos para empresas e impulsarlos donde hay vivienda disponible, aprovechando también los observatorios laborales para identificar personal con las competencias requeridas.

Por otra parte, se utilizaría la IA para identificar las prioridades en materia de necesidades de vivienda y orientar la toma de decisiones y una planeación más articulada, que evite o disminuya los mencionados.

- Empleo

En los puestos de trabajo actuales y muchos de estos empleos, en especial los de tareas rutinarias o repetitivas serán sustituidos por las máquinas, paralelamente surgirán otras tareas y responsabilidades que van a requerir mayores niveles de competencias laborales y profesionales. La IA podrá utilizarse también para el diseño y operación virtual de los cursos de actualización y reciclaje profesional del personal que tendrá que pasar de la burocracia al desempeño de actividades con un perfil de un nivel educativo y de capacitación más alto.

Otra vertiente del uso de la IA en el empleo, es la recopilación de la información de los observatorios laborales y de los que requieran personal por otras vías con sus algoritmos respectivos en una base de datos consolidada para que los solicitantes puedan acceder a ella con su perfil y obtener las alternativas en una consulta en lugar de tener que contactar a cada uno de ellos a presentar su solicitud.

CONCLUSIONES

Como puede observarse son muchas las alternativas y vertientes que tiene la IA de contribuir y apoyar la gestión pública para mejorar y eficientar su desempeño y con ello mejorar la calidad de vida de la población. En la actualidad nos ha sorprendido lo que ha sucedido con los avances de la IA en esta área, sin embargo, lo que vendrá en el futuro además de impredecible será de impactos de gran

relevancia y con un potencial mucho mayor que el que ahora conocemos. Esto requerirá que la administración pública adquiera las capacidades necesarias para ir incorporando estas innovaciones con la misma dinámica que se vayan produciendo con el propósito de que pueda establecer una sólida relación entre IA-Administración Pública-bienestar social, que se traduzca en un proceso permanente de eficiencia, mejores resultados, logro de metas y realización de proyectos que se reflejen en las transformaciones de la economía y la sociedad hacia los niveles de crecimiento, progreso y desarrollo que garanticen la disminución radical de la pobreza, la ampliación de oportunidades para la población y el mejoramiento general del bienestar y el progreso social.

Referencias

- Agranoff, R. (1991). "Human services integration: Past and present challenges in public administration". *Public Administration Review*, 533-542.
- Aguirre, Jorge, Infante, José María y De Ita, Ileana. (2019). "Medir la gobernanza: un acto a favor de la calidad de la democracia. Asociación Internacional para la Gobernanza". *Revista Gobernanza*. No. 45. <http://www.aigob.org/2019/04/09/medir-la-gobernanza-un-acto-a-favor-de-la-calidad-de-la-democracia/>
- Bandrés, E., *El Estado de bienestar en España: entre los logros del pasado y la oportunidad de las reformas*. Departamento de Estructura e Historia Económica y Economía Pública, Zaragoza, Universidad de Zaragoza. s/f.
- CEPAL. (2018). *Datos, Algoritmos y Políticas: La Redefinición del Mundo Digital*. CEPAL ediciones.
- Dror, Yehezkel. (1994). *La capacidad de gobernar*. Informe del Club de Roma. México: Fondo de Cultura Económica.

García Pelayo, Manuel (1981). *Los mitos políticos*. España: Alianza Universidad

Guerra, Aguijosa Yomara. (2019). “Desafíos de la Gobernabilidad Democrática y Gobernanza Efectiva en América Latina”. *CAREP Magazine*. No. 6, Madrid, España.

INEGI. (2020). Censo de Población y Vivienda. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>

Ingraham, Patricia, Joyce Philip and Kneedler, Donahue. (2003). *Government Performance. Why management matters*. Baltimore: The John Hopkins University Press.

Jerry, Milner (2017) en Lowman, Marie. 2017. *A Practical Guide to Analytics for Governments. Using Big Data for Good*. New Jersey: Wiley. P. 15.

Kettl, Donald F. (2002). *The Transformation of Governance. Public Administration for Twenty- First Century America*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

Klapan, Jerry. (2017). *Inteligencia Artificial: lo que todo el mundo debe saber*. Madrid: Teell.

Mainwaring, Scott, and Timothy R. Scully. (1995, 2008). “Introduction: Party Systems in Latin America.” In *Building Democratic Institutions. Party Systems in Latin America*, ed. S. Mainwaring and T. R. Scully. Stanford, California: Stanford University Press.

Micklethwait, John y Wooldridge, Adrian. (2015). *La cuarta revolución: La Carrera global para reinventar el Estado*. Barcelona: Galaxia Gutenberg.

OCDE. (2020). *Hola mundo: La Inteligencia Artificial y su uso en el sector público*. Documentos de trabajo de la OCDE sobre gobernanza pública. núm. 36. <https://dx.doi.org/10.1787/726fd39d-en>

- OCDE. (2019). *Artificial intelligence in society*. OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/eedfee77-en>.
- OIT. (2017). *Informe Mundial sobre Protección Social 2017-2019: La protección social universal para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Ginebra: OIT.
- Ortega, Andrés. (2019). Sociedad 5.0: el concepto japonés para una sociedad superinteligente. Real Instituto Elcano. 25 de enero de 2019. Madrid. Disponible en: <https://www.realinstitutoelcano.org/analisis/sociedad-5-0-el-concepto-japones-para-una-sociedad-superinteligente/>
- Pierre, Jon y Peters, Guy. (2020). *Governance, politics and the state*. London: Bloomsbury Publishing.
- Pin González, Enrique. (2006). Indicadores para medir el uso de las TICs en la educación de Cuba. *Gestiopolis*. <https://www.gestiopolis.com/indicadores-medir-uso-tics-educacion-superior-cuba/>
- Shah Anwar (ed.) (2005). *Public Services Delivery*. Washington, DC.: World Bank.
- Sánchez Bravo, Álvaro Avelino. (2020). “European framework for people-based artificial intelligence”. *International Journal of Digital Law*. Año 1, n.1, janeiro/abril 2020.

Los Chatbots y la Práctica Médica, tanto pública como privada

Mónica Barrera Rivera*

Resumen: La Cuarta Revolución Industrial está trayendo grandes cambios, en el corto plazo, en la industria y en la administración pública, con un enfoque creciente a la automatización, IoT, Big Data y análisis de datos, inteligencia artificial y energías renovables. Los profesionistas y los gobernantes que estén dispuestos a adaptarse a cambios tendrán oportunidades insospechadas en un mercado laboral y en un ambiente económico, social y político en constante evolución. La inteligencia artificial apoya la formulación de políticas relacionadas a la salud pública, a través de los datos multidimensionales capturados por la infraestructura de los servicios de salud y también por la red móvil, redes sociales y sensores establecidos. La existencia de chatbots y el uso de la inteligencia artificial en el área de la salud debe ser apoyo a la capacidad de los médicos para proporcionar un tratamiento mejor. El derecho a la protección de la salud y la práctica de la inteligencia artificial en su ejercicio nos lleva a reflexionar sobre aspectos éticos. Gobierno y administración

* Ingeniera en Electrónica y Comunicaciones por la Universidad Iberoamericana. Maestra en Administración, y en Administración Pública, por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; y Doctorado por la UNAM. Amplia experiencia en la administración pública en la cual ha ocupado puestos directivos. Es socia fundadora de la empresa de consultoría especializada Manuel Barrera y Asociados, S.A. de C.V. Ha sido presidenta de varias asociaciones de ingenieros y ha sido distinguida con varios premios y reconocimientos. Fue profesora en la Facultad de Ingeniería y en el doctorado en la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, ambas de la UNAM. Es autora del libro “Quién y cómo debe controlar y evaluar al Gobierno”. Actualmente es Presidenta de la Academia de Ingeniería de México y miembro de la Comisión de Selección del Comité de Participación Ciudadana del Sistema Nacional Anticorrupción, cargo honorífico otorgado por el Senado de la República.

pública deben estar conscientes de esta problemática. Habrá que validar esta clase de herramientas y fijar bien el reparto de responsabilidades.

Palabras clave: Inteligencia artificial, Cadenas neuronales, Chatbot, Cuarta Revolución Industrial, Derecho a la protección de la salud.

Chatbots and Medical Practice, both public and private

Abstract: The Fourth Industrial Revolution is bringing great changes, in the short term, in industry and public administration, with a growing focus on automation, IoT, Big Data and data analysis, artificial intelligence and renewable energies. Professionals and leaders who are willing to adapt to changes will have unsuspected opportunities in a labor market and in an economic, social and political environment that is constantly evolving. Artificial intelligence supports the formulation of policies related to public health, through multidimensional data captured by the infrastructure of health services and also by the mobile network, social networks and established sensors. The existence of chatbots and the use of artificial intelligence in the healthcare area should support doctors' ability to provide better treatment. The right to health protection and the practice of artificial intelligence in its exercise leads us to reflect on ethical aspects. Government and public administration must be aware of this problem. This type of tools will have to be validated and the distribution of responsibilities clearly established.

Keywords: Artificial intelligence, Neuronal chains, Chatbot, Fourth Industrial Revolution, Right to health protection.

Fecha de recepción del artículo: 02 octubre 2023

Fecha de aceptación: 30 octubre 2023

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el Dr. Mateo Valero, Director del Centro de Supercomputación de Barcelona, España, los cuatro paradigmas de la ciencia son:

- Primer paradigma: La ciencia empírica (experimentación).
- Segundo paradigma: La ciencia abstracta o teórica (leyes físicas: mecánica, termodinámica).
- Tercer paradigma: La ciencia computacional (simulaciones).
- Cuarto paradigma: La ciencia del manejo de “Big data” (inteligencia artificial- chatbots).

En los años 50's del siglo pasado es cuando surgen los conceptos de:

- Inteligencia artificial que es el resultado del estudio de cada parte o rubro del aprendizaje humano o cualquier otro producto de su inteligencia, a fin de describirlo tan exactamente, que una máquina pueda hacer simulación de ello; o sea, es una parte de la Informática cuyo objetivo es el desarrollo de sistemas computacionales, tomando como referencia la inteligencia humana.
- Las cadenas o redes neuronales, por su parte, son algoritmos que toman su funcionalidad del entendimiento de cómo opera el cerebro humano.
- A finales de esos mismos años 50's surge el concepto de “machine learning”, que implica que las computadoras tienen la habilidad de aprender, sin ser explícitamente programadas (aprendizaje no supervisado, es decir, generativo).

Los principales logros tecnológicos que hicieron posible esto son: el transistor (1947 de los Laboratorios Bell); la computadora DEC PDP-1 (1957); la computadora IBM 7090 (1960); los circuitos integrados (1958); la computadora IBM System 360 (1965); la computadora DEC PDP-8 (1965); el microprocesador 4004 de Intel (1971), como precursores de la revolución tecnológica que estamos viviendo en nuestros días.

La inteligencia artificial y una de sus manifestaciones los chatbots, es característica de la cuarta revolución industrial y ha permeado a las diversas actividades humanas, entre ellas el ejercicio a la protección de la salud y la práctica médica tanto pública como privada, aún y cuando la desigual distribución de la riqueza y el conocimiento en un país como el nuestro.

El gobierno y la administración pública, en sus tres órdenes y poderes, apoyados de los expertos integrados en las academias nacionales, debe incursionar en la cuarta revolución industrial, además de proteger los derechos humanos, entre ellos el de la protección de la salud, que están siendo permeados por la inteligencia artificial en la práctica médica, tanto pública como privada.

1. La cuarta Revolución Industrial (4RI) o Industria 4.0.

Una de las voces más destacadas en cuanto a la 4RI es Klaus Schwab, fundador y director ejecutivo del Foro Económico Mundial (WEF), quien ha escrito un libro con el título “The Fourth Industrial Revolution” y promueve este concepto a través de entrevistas y videos que se pueden encontrar el sitio web de la WEF. Incluimos en la definición siguiente de la 4RI, según el Dr. Schwab:

“Es la fusión de tecnologías y su interacción a través de los dominios físico, digital y biológico, lo que hace que la 4ª. Revolución Industrial fundamentalmente diferente a las anteriores.”

De acuerdo con expertos de la Academia de Ingeniería de México:

¿Qué es una revolución industrial? Una revolución industrial es un cambio extraordinario y relativamente rápido en la sociedad y la economía derivado de nuevas tecnologías.

¿Cómo se pueden predecir las consecuencias de una revolución industrial? No se puede responder, pues si bien una persona puede vislumbrar futuros posibles, como lo hicieron Julio Verne, Isaac Asimov, entre otros, no son una predicción confiable, aunque a final de cuentas coincidan algunos elementos de la fantasía con la realidad.

La primera Revolución Industrial surgió de aprovechar los avances en la producción y transformación del hierro (primero) y el acero (más tarde) para crear la máquina de vapor.

Con ello, la sociedad cambió su expectativa de recorrer grandes distancias, de semanas a solamente días, aumentando el intercambio de mercancías y justificando

la construcción de nueva infraestructura, impulsando en consecuencia a la economía mundial.

La segunda revolución industrial se derivó fundamentalmente del dominio de la energía eléctrica, la conversión de impulsores a vapor por el motor de combustión interna y la grabación de voz, música e imágenes.

Difícilmente se habría creído en 1880 que una bombilla de luz o foco que duraba unas horas y un fonógrafo, que parecía una curiosidad para gente rica, como el antecedente de una industria del entretenimiento que abarcaría al planeta en la primera mitad del siglo XX o que el motor de combustión interna hiciera posible los primeros vuelos de los hermanos Wright, como precursores de los aviones de pasajeros que podrían cruzar el Atlántico.

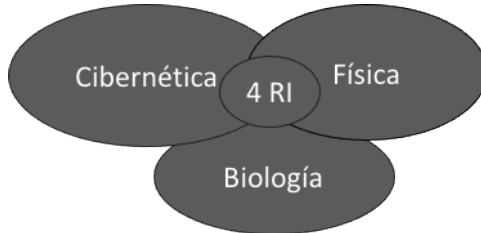
La electrónica, las telecomunicaciones, la batería eléctrica y la energía atómica fueron los elementos que detonaron la tercera revolución industrial. La característica de los elementos básicos de la electrónica dio pie a la era digital y las computadoras, mientras que la del semiconductor, como el silicio y el germanio, permitió la miniaturización de los circuitos electrónicos.

Difícilmente se podría predecir entonces que, en 60 años del siglo pasado, una persona llevaría consigo un Smartphone con una capacidad de procesamiento y memoria de órdenes de magnitud impensables en aquel momento.

Hoy en día se perciben los síntomas de una nueva revolución industrial. Nuevas sinergias están comenzando a mostrarse entre el ámbito físico (materiales), cibernético (inteligencia artificial, realidad virtual), y biológico (genética, conocimiento de la anatomía y fisiología humana), que son la entrada de cambios importantes en la sociedad y la economía y por ende en la gobernanza pública y privada.

Es en la confluencia o intersección de estos tres ámbitos en los que se gesta la 4ª Revolución Industrial (4RI).

Figura 1
Cuarta revolución industrial. Los ámbitos en cuya intersección se está gestando la 4ª Revolución Industrial. AI, 2018



Fuente: Elaboración propia.

En las revoluciones industriales anteriores, México ha sido un espectador y usufructuario mediocre del desarrollo económico resultante.

Podríamos argumentar que la primera revolución industrial encontró a un México colonial con una España a la que aquella también le pasó de noche. Similarmente, para la segunda revolución industrial, las continuas guerras intestinas en nuestro país pueden haber sido un distractor que nos impidiera ser partícipes.

En cambio, sería más difícil establecer una justificación para no haber sido protagonistas de la tercera revolución industrial, que no implique una falta de visión y apatía de nuestro gobierno e industria privada, entre otros.

Ante la cuarta revolución industrial, México debe cambiar y convertirse en protagonista. No podemos pretender ser líderes, con la infraestructura que tenemos, pero sí partícipes en lugar de meros espectadores, y la iniciativa debe ser de la ingeniería, pues es la principal generadora de tecnología, con apoyo de una política gubernamental de ciencia y tecnología con visión de desarrollo económico y social sustentable.

¿Cuáles son los síntomas de la cuarta revolución industrial?

Nuevos conceptos de movilidad y transporte: Vehículos autónomos; drones; y transporte terrestre de alta velocidad.

Todo en la web: IoT (“Internet of Things”); calles sin semáforos; dispositivos en nuestra vestimenta; y satélites de nueva generación.

Generación de energía renovable distribuida: Batería solar en la ropa; techos de tejas fotovoltaicas; y dominio del ciclo del hidrógeno.

Impresión 3D en todo y para todo: Manufactura aditiva; impresión 3D en la medicina; e impresión 3D en construcción.

Nuevas dimensiones para la inteligencia y la percepción: Inteligencia artificial; realidad aumentada; y realidad virtual.

Conviviendo con robots: Robots; exoesqueletos, automatización de la granja; y robots submarinos.

Cada vez más información en menos tiempo: Big Data; y, computación cuántica.

Educación masiva e individualizada: Cursos en línea de alcance masivo; y nuevas profesiones.

El macro-impacto del mundo nano: Nanomateriales; nano-impresión litográfica; y nano células solares.

Biología aumentada: Imagen molecular; nanobots; smartphone implantado; edición genética precisa; y bioelectrónica.

La cuarta revolución industrial, también conocida como Industria 4.0, está cambiando la forma en que trabajamos, vivimos y nos relacionamos. Es difícil predecir con certeza qué sectores de la economía perderán empleos en el futuro cercano, ya que la demanda de profesionales puede cambiar rápidamente debido a diversos factores, como las tendencias económicas, tecnológicas y políticas.

Si bien esta revolución tecnológica ofrece muchas oportunidades, también presenta ciertos desafíos y vulnerabilidades para algunas áreas de la ingeniería. Algunas de las áreas de ingeniería más vulnerables por la cuarta revolución industrial son: Ingeniería de manufactura; ingeniería de sistemas de información; ingeniería de redes y telecomunicaciones; ingeniería de energía y sostenibilidad; ingeniería en la construcción; ingeniería de transporte y logística.

En resumen, la tecnología sigue avanzando y algunos trabajos podrían verse desplazados por sistemas más automatizados y eficientes. Sin embargo, también se crearán nuevas oportunidades de empleo en áreas emergentes, como la inteligencia artificial, la ciberseguridad y la tecnología de la información. Las nuevas oportunidades de empleo en las áreas emergentes son muchas y diversas.

En suma, se espera que la cuarta revolución industrial traiga importantes cambios a la industria y en la administración pública y privada, en el corto plazo, con un enfoque creciente en la automatización, IoT, Big Data y análisis de datos, inteligencia artificial y energías renovables. Los profesionistas y los gobernantes que estén dispuestos a adaptarse a cambios y sean resilientes, tendrán oportunidades insospechadas en un mercado laboral y en un ambiente económico, social y político en constante evolución.

En este punto cabe puntualizar diferentes acontecimientos que marcan en estos temas nuestro presente.

En 2004, la ONU presentó el informe: “Un Mundo que cuenta: Movilizar la revolución de los datos para el desarrollo sostenible.”

En 2015, la ONU establece los 17 objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y se crea la Alianza Mundial para los Datos de Desarrollo Sostenible. La ONU organiza cinco ediciones del Foro Mundial de Datos en: Sudáfrica (2017); Dubái (2018); virtual (2020); Suiza (2021) y a últimas fechas en China.

En todos los foros se ha destacado que la inteligencia artificial debe ser fiable, es decir, sistemas que sean seguros, éticos, transparentes, imparciales y bajo control humano.

Los métodos de inteligencia artificial basados en aprendizaje, a partir de datos, han experimentado un crecimiento exponencial sin precedentes en los últimos 15 años, debido a estos factores:

La existencia de cantidades masivas de datos no estructurados (Big Data), fruto de nuestras interacciones con el mundo digital y de la creciente digitalización del mundo físico.

Como consecuencia de la Ley de Moore¹ la disponibilidad de capacidades de computación a gran escala y bajo costo.

El desarrollo de algoritmos sofisticados de aprendizaje automático, inspirados en las redes neuronales de la década de los 50's, pero mucho más complejos, llamados redes neuronales profundas que pueden aprender datos a gran escala, aprovechando la informática de alto rendimiento.

Debido a estos factores hay logros enormes en algoritmos de aprendizaje automático y profundo, por ejemplo, el análisis de series de tiempo, la inteligencia artificial regenerativa de textos, imágenes, videos, música, voz, entre otros.

Los sectores con más probabilidades de ser transformados por la inteligencia artificial son aquellos que manejan gran cantidad de datos, los relacionados con el análisis, e identificación de patrones y tendencias en datos no estructurados y, por ende, la toma de decisiones basada en datos.

En este contexto y con el crecimiento de la población y el aumento en la esperanza de vida, se estima a nivel mundial, que los recursos médicos serán insuficientes para atender las necesidades de atención de la población. Aunado a esto, el acceso difícil a algunas zonas rurales y la existencia de estructuras deficientes dificultan el ofrecimiento de servicios de salud.

Los métodos de inteligencia artificial están redefiniendo la práctica médica desde, entre otras, las perspectivas siguientes: acelerando el descubrimiento y diseño de fármacos, tratamientos y vacunas efectivas; diagnóstico y detección temprana de enfermedades, monitoreo de sensores; análisis preventivo de equipo, herramientas y recursos; suministro de recursos y equipamiento adecuado; atención al paciente, incluso con monitoreo en tiempo real; desarrollo de proveedores y servicios y su rastreo; programación avanzada de personal, pacientes y medicamentos; costos, precios y utilidades, pronósticos, prevención de fraudes; y apoyo a la gestión de la salud, educación e investigación médica.

¹ Formulada en 1965 por Gordon Moore y que señala que el número de transistores en un "microchip" se duplica aproximadamente cada dos años (increíblemente, la realidad ha sobrepasado esta predicción; sin embargo, ejemplifica el fenómeno que se quiere resaltar).

La inteligencia artificial apoya la formulación de políticas relacionadas a la salud pública, a través de los datos multidimensionales capturados por la infraestructura de los servicios de salud y también por la red móvil, redes sociales y sensores establecidos.

Destacan como sensores y su utilidad, las pulseras y relojes de actividad, a precios y disponibilidad asequibles y a través de la recopilación de actividades diarias, hábitos de sueño y otras señales fisiológicas, pueden ser valiosos en la práctica médica tanto pública como privada.

A manera de ejemplo, mencionaré un programa de inteligencia artificial como el AlphaFold, propiedad de una empresa privada, que realiza predicciones sobre más de 200 mil proteínas y que ha sido la base para acelerar el diseño de un medicamento nuevo para combatir el cáncer de hígado.

Usando AlphaFold e inteligencia artificial, se ha desarrollado una vacuna para el paludismo que afecta a humanos; para luchar contra la resistencia a los antibióticos; y para acelerar la comprensión sobre el comienzo temprano del Parkinson, entre otros.

2. La innovación, tecnología y la práctica médica.

El derecho a la protección de la salud está consagrado en el artículo 4° de nuestra Carta Magna: *“Toda persona tiene derecho a la protección de la salud. La ley definirá las bases y modalidades para el acceso a los servicios de salud y establecerá la concurrencia de la Federación y las entidades federativas en materia de salubridad general, conforme a lo que dispone la fracción XVI del artículo 73 de esta Constitución”*.

Es también consignado en el artículo 1° constitucional como un derecho humano a la salud; los derechos humanos son “universales, indivisibles, interdependientes y progresivos”. Para el caso de la salud son exigibles y responsabilidad de los tres órdenes y poderes del Estado.

El derecho a la protección de la salud no se limita únicamente a la mera prestación de servicios, sino que comprende aspectos diversos de la vida cotidiana, servicios, actividades, todo lo que se consume, el propio entorno y el desarrollo humano.

En cuanto a los servicios de salud se deben reconocer las circunstancias actuales.

“En las sociedades desarrolladas contemporáneas, el derecho a los servicios de salud es, crecientemente, un bien que el ciudadano espera sea distribuido de acuerdo con la necesidad, como criterio dominante. Éste parece ser, en la mayoría de las sociedades desarrolladas, el criterio de distribución justo, no la capacidad de pago. Se trata de un bien que algunos van a consumir más que otros, sin que en general sea por su decisión (salvo cuando se tienen comportamientos de conocido riesgo para la salud, como fumar), ni se pueda anticipar con certeza quién tendrá más necesidad de usarlo, por lo menos no todavía (el avance en la genética puede cambiar esto, con implicaciones éticas y económicas muy importantes)”¹.

En este contexto, la innovación, la tecnología y la práctica médica han estado relacionadas no sólo por los equipos médicos que reconocemos habitualmente en los procesos de atención médica. Múltiples y añejos han sido los esfuerzos aplicados con la finalidad de otorgar consultas médicas a distancia, hoy hablamos de telemedicina y poco antes con el correo electrónico en las citas médicas.

Con el propósito de otorgar servicio médico a los pacientes, los médicos enfrentan dificultades diversas, ya que se trata de una actividad humana: Un médico frente a un paciente, una conciencia frente a una confianza, como diría el maestro Don Ignacio Chávez, eminente creador del Instituto Nacional de Cardiología.

Quiero relatar como una anécdota de principios del siglo XX, en 1911, el maestro Dr. Ricardo E. Manuell escribió en la Gaceta Médica de México, órgano de difusión de la Academia Nacional de Medicina, una crítica como académico integrante, respecto de una moda de la época, para otorgar “Consultas Médicas por Correo”, y en cuyo artículo agregó el título “Moral Médica”. El autor habla de lo difícil que es llegar a un diagnóstico estando frente al paciente y el hacerlo por correo, con datos interpretados y escritos por el paciente, hechos y dichos, ningún médico

² MAYER-SERRA, Carlos Elizondo. El derecho a la protección de la salud. Salud pública México [online], 2007, vol. 49, n.2 [citado 2023-10-02], pp. 144-155. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342007000200010&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0036-3634

podría aceptarlos como elementos para establecer el ya referido diagnóstico y mucho menos instaurar tratamiento alguno y termina su escrito, proponiendo a los académicos, el que no recomienden esta práctica copiada del país vecino del norte; señala que ante esta situación sólo saldría beneficiado quien cobre por esta práctica y de ninguna manera el enfermo.

Ante este ejemplo y muchos otros que surgían ante la vorágine de propuesta y la ilimitada imaginación de los legisladores de la época, para los políticos que toman decisiones que a la larga afectaban a la población, era necesario contar con el conocimiento, experiencia y claridad de los académicos de la época, siendo para el caso de los médicos, los integrantes de la Academia Nacional de Medicina.

Ante esta circunstancia, el Presidente de la República de aquella época, tuvo a bien reconocer las razones expuestas para designar a la referida Academia Nacional de Medicina como “Institución Oficial”, quedando el decreto a partir del 9 de enero de 1912 y en Sesión Extraordinaria, la Academia celebró este acontecimiento el 6 de marzo de 1912, a fin de dotar de solemnidad a la declaración que hiciera el Supremo Gobierno nombrándola, Institución Oficial.

El Presidente en turno de la Academia Nacional de Medicina, el Dr. José Terrés, expresó que la academia tenía 48 años de trabajar en pro de la ciencia y de la patria y para organizar esa festividad, el pleno de la misma academia lo nombró a él mismo, Dr. José Terrés, junto con los doctores Soriano, del Razo y Aragón, integrantes de la Mesa Directiva y estos señores designaron como orador además del Presidente Terrés, al Dr. Ricardo E. Manuell.

Durante este acto, se reconoció a la Academia Nacional de Medicina como institución oficial reconocida por el gobierno para operar como organismo de consulta obligada de muchos aspectos que pudieran afectar la vida de los ciudadanos y de la patria.

De ahí la importancia de reconocer y mantener activas las agrupaciones científicas y académicas separadas de aquellas de intereses meramente gremiales y de actualización.

Esta misma disertación en cuanto a la práctica médica llevada a cabo por correo, que se dio en la primera mitad del siglo pasado, se puede extrapolar al papel de la inteligencia artificial, los chatbots y la práctica médica de la actualidad y del futuro, tanto pública como privada.

3. Chatbots.

Los chatbots (el término viene de la fusión de las palabras chat y de la abreviatura de la palabra robot como bot), son programas computacionales que permiten conversar con una máquina como lo haría una persona. Para lograr esta conversación, se utilizan herramientas de procesamiento de lenguaje natural, ejemplo de ello es Alexa, Siri, entre otros.

Los chatbots actualmente se encuentran inmersos en la vida diaria de las personas, ya sea como sistemas para entretener, realizar pedidos o compras, resolver dudas de usuarios, apoyar a la educación, para información sobre un proceso administrativo o para dar asistencia en el área de la salud, entre otros.

Los chatbots pueden estar integrados a redes sociales, aplicaciones web y en aplicaciones móviles, permitiendo a las personas el utilizarlos, en cualquier momento y desde cualquier lugar.

Los chatbots pueden proporcionar información; también pueden comunicarse y responder las preguntas del usuario; así mismo pueden realizar tareas específicas, como hacer una reservación.

Los chatbots también pueden ser semiautomatizados o sea con ayuda humana, o completamente automatizados. Así mismo, consideran la comunicación por texto o por voz. También pueden utilizar diferentes idiomas.

Los chatbots pueden responder las preguntas del usuario procesando un conjunto de normas preestablecidas, mientras que otros procesan información previa y se encargan de analizar las intenciones del usuario, de acuerdo con un menú que coincida con las posibles respuestas al usuario.

Los chatbots que tienen modelos generativos responden a la persona tomando como base la información cargada previamente a la conversación, utilizando algoritmos de aprendizaje automático y profundo.

Por esta razón, la existencia de chatbots en el área de la salud, podrían funcionar como un primer filtro para satisfacer las necesidades básicas de atención médica.

Los chatbots relacionados con la práctica médica, en términos generales, están basados en la conversación, la comunicación por ahora es más común por texto y deben tener un control muy estricto de las reglas. Además, faltan chatbots en idiomas adicionales al inglés.

4. Los chatbots en la práctica médica

A continuación, mencionaré algunos chatbots relacionados con la práctica médica:

Para diagnóstico de enfermedades en pacientes, destacan: HealFavor; Dr.TARS (además describe los medicamentos y las dosis en función de la edad y opera con Windows o iOS y Android); MedChat (es una aplicación para Android); Disha (puede funcionar con Telegram); y Quro.

En cuanto a problemas de salud mental está el iHelpr (otorga ayuda en cuanto a estrés, ansiedad, depresión, entre otras); y HealthBuddy, enfocado a la salud mental de los jóvenes.

Para detección de cáncer y determinación del tipo de cáncer sobresale el C-Bot y se comunica a través de Facebook o WhatsApp.

Relativos al COVID-19 están TELEBOT (utiliza la plataforma Snatchbot) y COOPERA que auxilia para prevenir la dispersión de esta enfermedad.

Para educación básica en salud está el Medbot que también comprende remedios caseros y recomendaciones de salud.

El Babylon detecta los síntomas de los pacientes y los clasifica según un sistema de prioridades y determina la secuencia de atención, lo cual es importante en cuanto a la necesidad de atención inmediata.

Dejal@bot auxilia en el combate al tabaquismo.

Medibot y Fabi con los chatbots para médicos, a fin de responder preguntas sobre medicamentos de un laboratorio médico internacional, en específico.

Medibot, iHelpr, HealFavor, HealthBuddy, C Bot, TELEBOT, Dr. TARS, MedChat, Disha, Quro, Medbot, Babylon, Dejal@Bot y Medibot y Fabi son chatbots completamente automatizados.

iHelpr puede utilizar como respuesta algunos “GIFs”, pero el usuario sólo puede utilizar texto. HealFavor, Medibot, C Bot, TELEBOT, Dr. TARS, Disha, Quro, Babylon, Dejal@Bot, se comunican con el usuario mediante texto. Medbot se comunica con el usuario mediante texto y voz.

Medibot, iHelpr, C Bot, Dr. TARS, MedChat, Quro, Medbot (aunque también hindi), son en inglés; TELEBOT y Dejal@Bot en español; HealthBuddy en noruego; Disha en bengalí; y Fabi en portugués.

También relacionado, entre otros aspectos con la práctica médica está el ChatGPT, al cual le preguntas y te responde: inglés, español. Almacena información de lo que se dijo antes; lo puedes corregir y así mejora sus predicciones. Esta red fue entrenada con una gran cantidad de información tomada de internet, de Wikipedia, entre otras. La red Neuronal de GPT3 (versión gratuita) tiene 175 mil millones de parámetros. La GPT4 (versión con costo mensual) tiene cien millones de millones de parámetros.

Peligros de este chatbots: puede generar respuestas incorrectas; no sabes si lo que dice está bien, o es aproximado o está mal; da respuestas con sesgo, porque aprendió de la red, de Wikipedia y de otros documentos generados por humanos, de ahí que exhibe todas nuestras preferencias y fobias.

ChatGPT, puede causar daños en el mundo real, ya que le crearás todo porque es inteligencia artificial; puede darte un consejo médico incorrecto; puede hacerse pasar por alguien que no eres en redes sociales; difunde información falsa muy rápido, porque millones de personas lo usan; contaminación importante de internet; antes sólo los humanos decíamos mentiras, ahora también el ChatGPT lo hace muy prolíficamente. Está en manos privadas de

una empresa norteamericana. No tiene, ni se cree tendrá, competidor en el corto plazo. Google está agregando GPT a sus servicios.

En cuanto a sus usos, destaca la generación de ensayos y alternativas. Así mismo sobresale para la educación con aprendizaje personalizado autodidacta, asistentes de enseñanza virtuales, aprendizaje de idiomas, asistencia en la escritura o sea informes, tareas, novelas, biografías, apoyo a la investigación, como lo es hasta ahora Google, Wikipedia, etc., y preparación de exámenes.

No le creas ciegamente, revisa sus sugerencias. Por otra parte, con este Chatbot puedes aprender divirtiéndote, es accesible, etc.

ChatGPT, en Medicina, ayuda a la investigación médica, interpreta información médica, analiza al paciente, genera hipótesis, medicina personalizada; puede auxiliar al descubrimiento de medicamentos; diseño de ensayos clínicos; desarrollo de fármacos; puede predecir la farmacocinética y los perfiles de toxicidad; útil para el cuidado de la salud, mejorar la formulación de fármacos, mejorar los regímenes de dosificación, identificar posibles efectos adversos antes de que comiencen los ensayos clínicos; y ayuda a mejorar la seguridad y eficacia de los nuevos medicamentos y a aumentar las posibilidades de éxito en el desarrollo de fármacos.

El ChatGPT se plantea como un eventual sustituto del impreciso y, a menudo, desatinado doctor Google.

Recomendaciones a los usuarios: úsalo como un ente “con gran imaginación”; no creas todo lo que te diga, verifica, revisa y desconfía.

Para los gobiernos: urgen reglas que prohíban y castiguen a quienes ofrezcan servicios o productos sin probar, incluido lo tocante a inteligencia artificial y los chatbots, con su consecuente protección de datos personales.

Otro chatbot relativo a la práctica médica es el Med-PaLM, similar a la parte médica del ChatGPT, que se alimenta de grandes bases de datos y logra organizar esa información para dar respuestas con sentido, aunque no siempre verdaderas. “Un panel de médicos estimó que el 92.9% de las respuestas de formato largo generadas por Med-PaLM coincidían con el consenso científico, ligeramente por

encima del 92.6% de las respuestas dadas por médicos humanos.”⁽³⁾

Desde hace años, ante dudas de salud, mucha gente acude a Google para diagnosticarse. Con frecuencia, lo que obtienen es más ansiedad, con la que después tienen que tratar los médicos.

El trabajo de los médicos no sólo consiste en responder a preguntas, como las que se presentan a estos modelos. Es necesaria la exploración o atender al lenguaje no verbal para ofrecer un diagnóstico.

Las tecnologías como el ChatGPT o la desarrollada por Google pueden servir para aliviar la carga de trabajo, elaborando un informe comprensible para el paciente o un plan terapéutico. También puede ser útil como apoyo para un diagnóstico o ayudando a buscar información científica en grandes bases de datos; pero después necesitamos al humano que comprueba lo que propone la inteligencia artificial y también que se haga responsable de la decisión.

El uso de la inteligencia artificial es para apoyar e incrementar la capacidad de los médicos para proporcionar un tratamiento mejor.

Cualquiera que haya utilizado el ChatGPT, habrá comprobado la capacidad de estos sistemas para generar respuestas totalmente verosímiles y salpicadas de falsedades que, precisamente por estar bien expresadas, son más difíciles de detectar. Algunas de las respuestas que nos dan las máquinas pueden ser correctas, pero que no sepamos exactamente de dónde vienen, en asuntos tan delicados como los médicos, pueden generar inseguridad.

Los chatbots más desarrollados sacan la información de fuentes que pueden ser de mucha calidad, pero no todas las publicaciones tienen igual jerarquía técnica y faltan publicaciones de datos negativos, de experimentos en los que se prueba algo y no se obtiene el resultado esperado. La inteligencia artificial construye un texto a partir de esos textos, pero no sabemos qué ingredientes ha tomado de cada tipo de artículo y eso puede provocar sesgos e incluso falsedades.

³ Med-PALM. A large language model from Google Research, designed for the medical domain. <http://sites.research.google/med-palm/> consultado 15/08/2023. 10:43.

Los chatbots pueden mejorar a los médicos con consejos ante preguntas de pacientes, pero siempre con supervisión final del doctor. En la comunicación escrita, el lenguaje técnico médico puede ser muy especializado y podemos tener dificultad para convertirlo a un lenguaje más entendible para aquéllos que no son médicos y para ello pueden ser útiles estos chatbots.

Cuando hablamos de empatía, es un concepto que abarca muchas aristas. De momento, es difícil sustituir el lenguaje no verbal, que es muy importante cuando un médico tiene que hablar con un paciente o su familia. El despersonalizar la atención médica inherente al uso de la Inteligencia Artificial es un factor negativo en su utilización.

La inteligencia artificial también se puede emplear en trabajos repetitivos, como cubrir fichas e informes. Por ejemplo, agilizar los informes de alta.

Conclusiones.

La cuarta revolución industrial es un hecho, que implica la utilización de la inteligencia artificial. México y sus autoridades no se pueden quedar como simples espectadores.

Gobierno y administración pública deben establecer una política pública de ciencia y tecnología que permita a nuestro país ser partícipe de esta cuarta revolución industrial, que promueva el desarrollo social y económico sostenible y que proteja a su sociedad, cubriendo los aspectos éticos implícitos en esta nueva evolución mundial.

El ejercicio de los derechos humanos, entre ellos el derecho de la protección de la salud, erigen como fundamental la parte ética de la práctica de la inteligencia artificial.

Habrá que validar esta clase de herramientas y fijar bien el reparto de responsabilidades. Los sistemas nunca van a decidir. El que firma siempre en la práctica de salud, tanto pública como privada, es al final, el médico.

Los Chatbots son buenos, robustos, positivos y son el futuro, pero como cualquier herramienta, hay que saber conducirla para que no se convierta en una herida letal.

La práctica de la medicina es mucho más que procesar información y asociar palabras con conceptos; es atribuir significado a esos conceptos, mientras se conecta con los pacientes como un socio confiable para construir vidas más saludables. Podemos esperar que los sistemas de inteligencia artificial puedan ayudar en las tareas repetitivas que caracterizan también a la práctica médica pública y privada y los médicos deben enfocarse en el tratamiento de pacientes humanos.

En medicina, el avance rápido de estas tecnologías puede ir en detrimento de valores fundamentales, como la privacidad y el respeto a los derechos humanos. Por eso, la regulación debe garantizar la seguridad y protección del paciente, así como la de sus datos personales relacionados con su salud y genética.

Gobierno y administración pública deben estar conscientes de esta problemática, apoyarse en los expertos de las academias nacionales y participar en la cuarta revolución industrial, con sustentabilidad, resiliencia, ética, protección social y de la prestación de los servicios de salud en los ámbitos público y privado.

BIBLIOGRAFIA

Academia Nacional de Medicina. “Sesión Extraordinaria que la Academia de Medicina de México para solemnizar la declaración que hizo el Supremo Gobierno, nombrándola Institución Oficial”, Gaceta Médica de México, Tomo VII, Tercera Serie, Número 3. 6 de marzo 1912.

Albarrán Núñez, José Francisco. “Conclusiones del Coloquio sobre la Formación de Ingenieros en el País”,

Academia de Ingeniería de México, México, 2021.

Albarrán Núñez, José Francisco, et. al. “La cuarta Revolución Industrial”, Academia de Ingeniería de México, México, 2016.

Barrera Rivera, Mónica María del Rosario. “Ingeniería con causa”, Conference on Environmental Social Governance, Panamerican University, Mexico, 2023.

Brendan H. O’Connor. <http://theconversation.com/are-you-part-robot-a-linguistic-ant...ins-how-humans-are-like-chatgpt-both-recycle-languaje-203477>, Consultado 15/08/2023, 10:42.

Casillas, Gabriel. “Más sobre ChatGPT. Perspectiva global”, El Financiero en alianza con Bloomberg. <http://www.elfinanciero.com.mx/opinion/gabriel-casillas/2023/06/27/mas-sobre-chatgpt/?outputType=amp..consultado> 15/08/23, 10:39.

González-Beltrán, Beatriz A; Vázquez García, Miguel A.; Reyes-Ortiz, José A.; García-Ruiz, Raúl. “Una revisión de chatbots en la salud”, Research in Computing Science 151(8), 2022. pp113-126; rec.2022-04-06; acc.2022-05-15. ISSN 1870-4069.

Guerrero Aguirre, Francisco. “Inteligencia artificial: Caja de Pandora”, <http://www.excelsior.com.mx/opinion/francisco-guerrero-aguirre/inteligencia-artificial-caja-de-pandora/1594461>, Consultado 15/08/2023, 10:40.

International Labor Organization. “Women Work. Trends 2020”, International Labor Organization, 2020.

“Inteligencia Artificial para el desarrollo sostenible”. Versión en castellano del artículo “Artificial Intelligence for Social Good:the Way Forward”, Cap 11 del SRIP Report, SIRP Report of the European Commission 664-707, 2022. <http://sdgs.un.org/goals>

Manuell, Ricardo E. “Moral Médica. Las consultas médicas por correo”, Gaceta Médica de México, Tomo VI, Tercera Serie, Número 3, marzo 1911.

Mayer-Serra, Carlos Elizondo. “El derecho a la protección de la salud”, *Salud pública Méx* [online], Vol.49, Núm. 2, [citado 2023-10-02], pp.144-155, 2007. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-3634-2007-0002-0001-0&lng=es&nrm=iso > ISSN 0036-3634

Med-PALM. “A large language model from Google Research, designed for the medical domain”, <http://sites.research.google/med-palm/>, consultado 15/08/2023, 10:43.

Palafox, León. “La Ley de Inteligencia artificial: ¿Un freno a la innovación o el inicio de una era de IA segura y ética?”, <http://www.elfinanciero.com.mx/leon-palafox/2023/06/2...n-o-el-inicio-de-una-era-de-la-segura-y-etica/?outputType=amp>

Pérez Arriaga, José Ignacio. “La Agenda Social del Planeta y el Propósito de las Empresas en la Mente del Ingeniero”, *Colloquium: Formation in Engineering, Royal Academy of Engineering Spain and Mexican Academy of Engineering*, 2021.

Reuters.”La fiebre de ChatGPT llega a las oficinas de EU y hace sonar las alarmas”, (“Fiebre de ChatGPT llega a las oficinas de EU y hace sonar las alarmas”), *Economía. La Jornada* <http://www.jornada.com.mx/2023/08/12/economia/014n2eco>

PCW. “Workforce of the future: The Competing Forces Shaping 2023”, www.pcw.com, 2022.

Schwab, Klaus. “The Fourth Industrial Revolution”, *Video and Interview, World Economic Forum (WEF) website*, 2020.

Walzer M. “Spheres of Justice: A defense of pluralism and equality”, *Basic Books, E.U.A.*, 1984.

Cámaras con Inteligencia Artificial para las vías públicas de la CdMx

Adolfo Guzmán Arenas *

Resumen: La red de cámaras digitales de la Ciudad de México fortalece notablemente la seguridad de sus habitantes, a través de personas vigilantes que observan las imágenes transmitidas desde las cámaras a los centros de monitoreo (llamados C5, C2 y C2M), y detectan situaciones anómalas o actividades sospechosas que ocurren en la vasta metrópoli mexicana. Con esta importante inversión en recursos tecnológicos y humanos no sólo se apoya la administración de la seguridad de la megalópolis, sino se da un paso importante hacia la ciudad inteligente.

Es posible continuar más allá de la detección manual de eventos anómalos o atípicos. La introducción de la computación y la inteligencia artificial (especialmente la visión por computadora) en esta red hará posible que se detecten y registren más y mejor estos eventos, con mayor precisión y rapidez, siendo un valioso apoyo a su análisis manual. El presente artículo detalla cómo puede ocurrir esta transición.

* Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica de la ESIME del IPN. Doctor en Ciencias de la Computación en el MIT (Cambridge, Mass.). Fue profesor del Dep. de Ingeniería Eléctrica del MIT; del Dep. de Inteligencia Mecánica de la Universidad de Edimburgo; del CINVESTAV del IPN, donde fundó la Maestría y Doctorado en Computación; del Instituto de Investigación en Matemáticas Aplicadas y Sistemas, de la UNAM, y de la Unidad Interdisciplinaria (UPIICSA) del IPN. También ha tenido importantes cargos en empresas nacionales y del extranjero, especializadas en cómputo. Recibió el Premio Nacional de Ciencias y Artes (1996) y la Presea "Lázaro Cárdenas" (1997). Fundó en 1996 el Centro de Investigación en Computación (CIC) del IPN y lo dirigió hasta 2002. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (Investigador Nacional Emérito). Actualmente se desempeña en el CIC.

Palabras Clave: Análisis de escenas, visión por computadora, Inteligencia Artificial, seguridad, CdMx.

Cameras with Artificial Intelligence for public roads in Mexico City

Abstract: The network of digital cameras in Mexico City significantly strengthens the security of its inhabitants, through employees who watch the images transmitted from the cameras to the monitoring centers (called C5, C2 and C2M), and detect anomalous situations or suspicious activities that occur in the vast Mexican metropolis. This important investment in technological and human resources not only supports an enhanced security of the megalopolis, but it becomes, too, an important step towards the digital city.

It is feasible to continue beyond manual detection of anomalous or atypical events. The introduction of computer science and artificial intelligence (especially computer vision) in this network will make it possible to detect these events better, more of them, with greater precision and speed, thus becoming a valuable support for their manual analysis. This article details how this transition can occur.

Keywords: Scene analysis, computer vision, Artificial Intelligence, security, Mexico City.

Fecha de recepción del artículo: 29 septiembre 2023

Fecha de aceptación: 16 octubre 2023

1. INTRODUCCIÓN

El progreso de las comunicaciones digitales y la miniaturización de los circuitos integrados ha hecho posible que, en avenidas, centros públicos, organizaciones privadas, comercios, hospitales, escuelas, etc., se instalen cámaras digitales (“circuitos cerrados de televisión”, solían llamarse) para vigilar en tiempo real lo que sucede, y registrarlo para su análisis posterior. Esta vigilancia la llevan a cabo personas que escrutan en una pantalla digital

hasta dieciséis imágenes (fotogramas, llamados también cuadros, imágenes estáticas o instantáneas), y dan aviso o toman acción cuando observan algo anómalo.

Las cámaras necesitan enviar sus fotogramas a una computadora central que las almacena y también las despliega en una o más pantallas para su análisis visual. Después de cierto tiempo (dos semanas, típicamente) la información almacenada se guarda en otro medio como dato histórico, o se desecha.

Cuando la persona vigilante detecta un evento que requiere acción inmediata, es posible reaccionar rápidamente cuando ella misma puede atender la anomalía o evento atípico (la entrada de un intruso al almacén, por ejemplo), si se encuentra cerca del lugar vigilado, o cuando puede dar aviso (por radio o dispositivo móvil) a personal que se encuentra en la zona del suceso. Si no es posible atender el evento en tiempo real, aún se cuenta con la evidencia grabada para acciones posteriores.

Toda esta inversión en equipo (cámaras, instalaciones, red de transmisión digital, pantallas, computadoras), personal operativo (personas vigilantes, encargado de las computadoras) y gastos recurrentes (renta de la fibra óptica o canal de transmisión, mantenimiento del equipo) redundan en un aumento notable en la seguridad del edificio, comercio, escuela o vía pública.

1.1 La red de cámaras de la CdMx

El gobierno de la ciudad de México ha instalado más de 63 mil cámaras de vigilancia en la vía pública (Sistema Tecnológico de Videovigilancia STVs y Mi C911e), con la finalidad de prevenir y alertar inmediatamente a las autoridades de seguridad y de emergencias capitalinas sobre cualquier situación de riesgo [<https://tinyurl.com/CamarasCdMx>].¹

Estas cámaras se comunican vía fibra óptica con el Centro de Comando, Control, Cómputo Comunicaciones y Contacto Ciudadano (C5), un edificio donde las personas

¹ Ligas como ésta señalan la página en internet donde yace el documento con la información citada, más información adicional. Se puede consultar y descargar simplemente pulsando la liga con el botón izquierdo del ratón.

vigilantes monitorean manualmente (a ojo) las cámaras, a través de pantallas digitales. Las cámaras se ubican en los Tótems del programa MiC911e y de los Sistemas Tecnológicos de Videovigilancia (STVs), mejor conocidos como los postes del C5.

El C5 ofrece los servicios de Video Monitoreo, Servicio de Atención de llamadas de emergencia 9-1-1 CDMX, Denuncia Anónima 089 y Difusión de la Alerta Sísmica. Todos los servicios del C5 operan las 24 horas, 365 días al año [<https://tinyurl.com/C5CdMx>].

Además, están los Centros de Comando y Control [C2, <https://tinyurl.com/C2deCdMx>], estaciones regionales encargadas del monitoreo de las cámaras de videovigilancia por zonas en la Ciudad de México (Centro, Norte, Centro Histórico). En los C2 operan personas vigilantes que monitorean manualmente (a ojo) las cámaras. Todos los C2 tienen conexión directa con el C5 para la coordinación y canalización adecuada de los incidentes.

También cuenta la CdMx con C2 móviles [C2M, <https://tinyurl.com/C2mCdMx>], vehículos con cámaras desplegadas que permiten el monitoreo en lugares de difícil acceso y el envío de imágenes en todo momento al C5. También cuenta con dos helicópteros no tripulados con videocámaras integradas, (MUAV por sus siglas en inglés), los cuales pueden monitorear zonas más remotas en eventos u operativos especiales, ya que tienen un alcance de sobrevuelo de hasta mil metros de altura.

1.2 Un paso más hacia la ciudad inteligente

- Los avances de la computación, el aprendizaje mecánico y la inteligencia artificial hacen posible que mucho del análisis de los fotogramas, actualmente llevado a cabo por personas vigilantes entrenadas para este fin, se complementa con software y aplicaciones informáticas que los examinen. Se apoya y mejora de esta manera la labor manual llevada a cabo. Por ejemplo, la computadora puede colocarle un recuadro rojo a un fotograma que considera atípico o anómalo, y sonar una pequeña alarma, para llamar la atención de la operadora vigilante, quien tomaría la acción final.

Con el análisis por computadora se facilitan y extienden las tareas de las cámaras:

- Con el análisis por computadora se facilitan y extienden las tareas de las cámaras: -) detección de personas; -) búsqueda de personas; -) detección de multitudes y tumultos; -) análisis de multitudes; -) reidentificación de personas; -) análisis de conducta, -) detección de situaciones adversas (árboles caídos, bloqueo de calles, basura en vía pública, charcos e inundaciones, autos abandonados...); -) seguridad; -) movimientos ilegales de vehículos (vuelta prohibida, cruce en rojo, ..., en intersecciones vehiculares (ver sección 3.1); -) seguimiento de personas o vehículos, siendo esta última tarea útil en edificios y lugares controlados. Consiste en asignar una identidad única a cada persona o vehículo en el vídeo e ir generando su trayectoria conforme se mueve a través del campo de visión de una videocámara, pudiendo extenderse este problema a más de una videocámara donde su identificador único y trayectoria deben continuar a través de cada una. Esta tarea se conoce como seguimiento en multicámaras. [<https://tinyurl.com/SeguimVariasCamaras>].

2. SOLUCIONES PROPUESTAS

El problema por resolver es cómo apoyar y complementar la labor manual de análisis de imágenes, para extender las tareas que la red de cámaras puede realizar, y mejorar así la seguridad en la urbe. ¿Cómo abordar la mayor cantidad de tareas posibles, mencionadas en la sección 1.2? Propongo usar aprendizaje mecánico, visión por computadora e inteligencia artificial como parte de la solución.

La suposición principal es que cada cámara observa siempre el mismo campo visual o escena (v. gr., la misma región de la calle). No se mueve ni cambia (zoom) su campo visual.

2.1 Solución básica. Análisis de todos los fotogramas de cada cámara

En esta solución, cada cámara envía sus fotogramas periódicamente (cinco cada segundo, por ejemplo) a una computadora asignada a ella, para su análisis. Una computadora (una PC o laptop típica) puede analizar simultáneamente los fotogramas de varias computadoras

(diez a veinte). Para las 63,000 cámaras, se necesitarían unas tres mil computadoras. Es inviable. Para acelerar el proceso de cada fotograma, se añade un filtro de parecido (ver figura 1) por software, que rápidamente compara el fotograma entrante con el fotograma anterior, y lo desecha (evita procesarlo más) si es muy parecido. Como dos fotogramas secuenciales tienen alta probabilidad de parecerse mucho, esto reduce hasta en más del 90% el trabajo de comparación detallada de la computadora. Con este truco, el número de computadoras se reduce a unas trescientas, que se pueden instalar repartidas en los siete C2s (sección 1.1) de la CdMx, correspondiendo en promedio cincuenta a cada C2. Ver figura 1.

Figura 1
Arquitectura del sistema básico

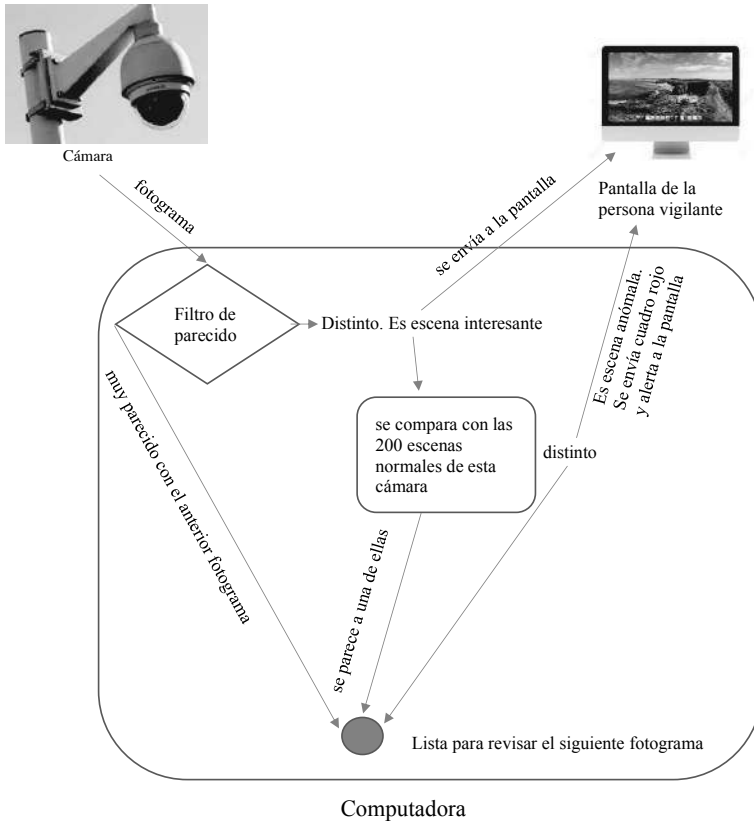


Fig. 1. Arquitectura del sistema básico. La adición a la entrada de la computadora del filtro de parecido (por software) permite que cada computadora maneje alrededor de 100 a 200 cámaras. En la figura aparece solo una cámara. Cada una de las escenas se puede reducir a un vector característico de tamaño mucho menor, un “resumen” de la escena, para reducir espacio y aumentar rapidez de procesamiento.

2.1.1 Arquitectura y funcionamiento de la solución básica

Como ya se dijo, no es posible ni conveniente que una sola computadora analice los fotogramas de todas las cámaras. Sería muy grande, formaría un cuello de botella y su falla colapsaría el análisis automático. Es mejor usar varias computadoras y colocarlas en forma descentralizada (en los C2s, por ejemplo, sección 1.1). Así, cada computadora sería responsable del análisis de un subconjunto de cámaras, “sus cámaras”.

Cuando un fotograma llega a la computadora para su análisis, ésta debe rápidamente determinar si es “normal” o “anómalo”, y en este último caso, señalar con un cuadro rojo y una señal sonora el fotograma a la persona vigilante, para que ella tome la acción final.

Etapas de aprendizaje. La suposición principal es que cada cámara observa siempre el mismo campo visual o escena. La computadora previamente aprendió y tiene guardadas unas doscientas “escenas esperadas” correspondientes a una cámara (calle oscura, sin vehículos; calle con vehículos con luces frontales; calle con vehículos con luces rojas, alejándose; calle lluviosa; amanece en la calle; calle con polvo; ...) que son clasificadas como “normales” en esta etapa de aprendizaje mecánico.

Etapas de producción. Al llegar un nuevo fotograma a la computadora para su análisis, se compara rápidamente con el fotograma anterior de la cámara respectiva, y enseguida pasa a reemplazar al fotograma anterior. Llamemos a esta comparación “filtro de parecido”. Si hay pocos cambios en la escena, el fotograma se ignora. “Todo sigue igual”. No se analiza más por la computadora, ni se envía a la pantalla de la persona vigilante. Por ejemplo, es de noche, y no circulan vehículos.

Cuando hay un cambio significativo, se trata de una “nueva escena” (por ejemplo, entran varios automóviles con sus luces prendidas), que atraviesa el filtro. Se le denomina escena interesante. Se envía a la pantalla de la persona vigilante, y se compara contra las escenas normales guardadas previamente. Si resulta que es normal, el análisis termina. Si no coincide con alguna escena normal,

la escena interesante se considera anómala, y se envía un cuadro rojo a la pantalla de la persona vigilante, rodeando el fotograma anómalo. También se envía una señal para que suene una pequeña alerta sonora en la bocina de su pantalla. Ver figura 1.

Etapas de reaprendizaje. Con el transcurso del tiempo, cambia el campo visual de una cámara en la vida real: se erige un nuevo edificio, se pinta una pared de verde, etc. Esta escena se señalará como “anómala”, pero la persona vigilante puede reclasificarla como “normal” (es una nueva normalidad), para que la computadora la integre a su colección de escenas normales correspondientes a esa cámara.

2.1.2 Detalles técnicos

Un detalle: las comparaciones de fotogramas hechos por el filtro (etapa de aprendizaje) y por el análisis (etapa de producción) no se hacen pixel por pixel, sería muy lento. Usamos una especie de “hash” (dispersión al azar) que consiste en reducir cada fotograma a un vector de rasgos (alrededor de 15 rasgos numéricos), y sólo comparar los vectores mediante el producto interno o producto punto de ellos. Otro detalle técnico importante: cada cámara debe entrenarse manualmente, para asignarle unas doscientas escenas “normales”.

2.1.3 Problemas con la solución básica

La solución básica requiere de unas 300 computadoras (sección 2.1). Impone una alta tasa de transmisión de fotogramas a la red de conducción de información, normalmente fibra óptica. También impone una alta tasa de procesamiento a la computadora, porque tiene que filtrar (con el filtro de parecido, sección 2.1.1) cada fotograma que llega de cada una de sus cámaras, y analizar las escenas que resulten interesantes, para averiguar si son normales o anómalas. Aun así, es una solución viable. Empero,

puede mejorarse.

2.2 Solución mejorada. La cámara envía a la computadora solo fotogramas interesantes

Se puede mejorar la solución básica si eliminamos de la computadora el filtro de parecido y de alguna manera lo colocamos directamente en la cámara, o cerca de ella, para que sólo deje pasar a la computadora escenas interesantes: los fotogramas que difieren notablemente del fotograma anterior. Esto reduce ambas tasas de trabajo considerablemente, pues por la red de transmisión sólo viajan escenas interesantes, por lo que la computadora sólo procesa escenas interesantes. El filtrado por parecido que hacía el software de la computadora, ahora lo hace el filtro añadido a la cámara, que es mucho más veloz (que el software de la computadora).

Con la solución mejorada, la computadora sólo analiza escenas interesantes. Éstas le llegan a una tasa mucho más moderada, una cada diez segundos, exagerando. Las ventajas de esta solución son: -) se necesitan menos computadoras para analizar escenas interesantes y descubrir si son anómalas (estimo que la eliminación del filtrado por parecido en la computadora permitirá que ella procese de cinco a diez veces más escenas interesantes, dividiendo el número de computadoras necesarias mediante un divisor que oscila entre cinco y diez); -) se requiere rentar líneas de transmisión de información de menor velocidad (y menor costo). Queda por definir el tipo de filtro de parecido a usar en la cámara. Las secciones 2.2.1 y 2.2.2 definen dos tipos de filtro en la cámara, siendo mucho más barato y fácil de instalar el de la sección 2.2.2.

Figura 2
Arquitectura mejorada intermedia

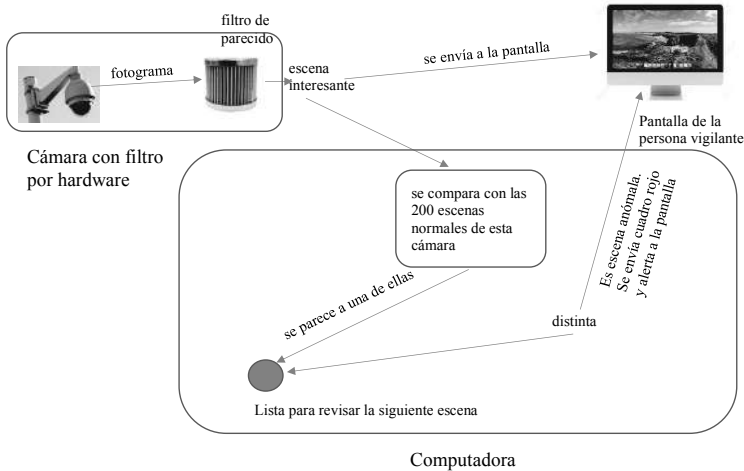


Fig. 2. Arquitectura mejorada intermedia. Ahora cada cámara está dotada de un filtro electrónico de parecido. A diferencia del esquema de la figura 1, cada computadora maneja ahora alrededor de mil cámaras, suponiendo que una cámara envía una escena interesante cada diez segundos. En un segundo la computadora recibirá cien escenas interesantes, que debe comparar para determinar si son normales o anómalas. En la figura aparece solo una cámara. Si reemplazamos el filtro por hardware por un detector de movimiento, llegamos a la arquitectura mejorada final, mucho más económica (sección 2.2.2) que la de esta figura.

2.2.1 Arquitectura y funcionamiento, solución mejorada intermedia

La figura 2 describe una nueva arquitectura. Se construye un hardware (tarjeta digital) que contiene la memoria necesaria para almacenar los cerca de doscientos vectores característicos de las escenas (figura 1) más un procesador digital de señales que hace la comparación. La cámara dotada del filtro de parecido por hardware sólo emite escenas interesantes, que se muestran en la pantalla y entran a la computadora para su análisis, una cada diez segundos, exagerando. La escena interesante se sigue comparando (usando su vector característico) con las doscientas escenas normales que la computadora almacena por cada cámara. Si resulta escena normal, no hay nada más que hacer. En caso contrario, se señala el fotograma en la pantalla mediante un cuadro rojo y una alarma sonora.

Esta arquitectura es viable, pero puede simplificarse con un filtro mucho más sencillo y económico (sección 2.2.2).

2.2.2 Solución mejorada final

La idea es muy sencilla. En vez del filtro por hardware de la sección 2.2.1, usemos un detector de movimiento, que mantiene apagada (sin enviar fotogramas) la cámara, y sólo la activa cuando se percibe movimiento.

Hay cámaras que llevan este sensor integrado. El sensor percibe el movimiento utilizando el CCD (dispositivo de carga acoplada, «charge-coupled device», que detecta la imagen originada por el campo visual) de la cámara.

2.3 Solución híbrida

También se puede tener una arquitectura híbrida, convirtiendo paulatinamente la solución básica a la solución mejorada.

2.4 Seguimiento en multicámaras

Las soluciones básicas (sección 2.1) y mejorada (sección 2.2) consideran el análisis de los fotogramas de una cámara sin tomar en cuenta lo que sucede en las cámaras vecinas. Es posible, en recintos cerrados o controlados, permitir que la computadora considere la información de una cámara para influenciar en el análisis de otra cámara. Se dice que las cámaras intercambian información (en realidad, este intercambio ocurre en la computadora). Con esto se extienden las aplicaciones posibles, y se aprovecha el hecho de que las cámaras forman una red: generalmente el recinto tiene varias cámaras y a veces sus campos visuales se traslapan. Esta comunicación es útil para detectar movimiento que abarque varias cámaras.

Cuando una persona o vehículo (“el objeto”) se mueve y sale del campo de visión de cierta cámara, sólo puede entrar en el campo de visión de pocas otras: las cámaras vecinas. Esto es, las cámaras forman una red o grafo, donde los nodos de la red son las cámaras, y las aristas conectan dos cámaras (nodos) si una persona puede ir de una cámara a otra directamente.

Una implementación reciente de este seguimiento aparece en la sección 3.2.

A veces, para seguimiento en multicámaras, el filtro de parecido se reemplaza por un filtro de movimiento, que evita que la computadora analice fotogramas estáticos.

3. TRABAJOS PREVIOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA VIDEOVIGILANCIA

Por restricciones de espacio, cito sólo un par de trabajos llevados a cabo recientemente.

3.1 Detección de movimientos anómalos de vehículos

En el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del IPN en Querétaro, Qro., se desarrolló un trabajo que utiliza cámaras en la vía pública para detectar movimientos anómalos o prohibidos de vehículos: vuelta prohibida, cruce en rojo, etc., en intersecciones viales. Ver figura 3. [J. Salas *et al.*, <https://tinyurl.com/MovimProhibidos>, <https://tinyurl.com/MoviProhi>]. Esto es importante porque cerca del 30% de colisiones entre vehículos ocurre en intersecciones.

Figura 3
Movimientos anómalos de vehículos en la vía pública



Figura 3. Movimientos anómalos de vehículos en la vía pública. A la izquierda, cruce en rojo. En el centro, vuelta prohibida. A la derecha, vuelta prohibida (muy amplia). Imagen tomada del artículo citado en la referencia anterior, con autorización del autor.

El modelo de detección usado se describe en [J. Salas *et al.*, <https://tinyurl.com/Modelo-Detec>]. Para la detección, los fotogramas obtenidos se comparan contra modelos (previamente aprendidos) de las anomalías que pueden ocurrir.

3.2 Seguimiento de personas en multicámaras

Esta sección describe una implementación reciente donde se usan varias cámaras para detectar trayectorias en un recinto cerrado, concretamente en el Centro de Investigación en Computación del IPN. Cito la introducción de la disertación en su examen de grado del M. en C. César Olivares Espinosa [<https://tinyurl.com/SeguimVariasCamaras>]. Ver figura 4.

“En los últimos años ha existido una tendencia en el alza del número de videocámaras en lugares tanto públicos como privados, generando una cantidad de información tal que su análisis manual se vuelve virtualmente posible, lo que abre la necesidad de procesar y analizar esta información de forma semiautomática ayudando a las personas que vigilan estas videocámaras a facilitar sus tareas o de manera automática donde una computadora procesa toda esta información por sí misma permitiendo el análisis de grandes volúmenes de información.”

“En conjunto con el aumento de número de videocámaras y la cantidad de información generada por éstas, la tarea del análisis automático de una videocámara ha sido un tema muy investigado, pero la extensión a un sistema de multicámaras no ha tenido la misma exploración, lo que abre la posibilidad de presentar una propuesta de solución a este problema.”

“El tema principal de trabajo de esta tesis, en la cual se plantea un sistema para realizar el seguimiento de personas en un sistema multicámaras en línea, es decir, la identidad y trayectorias de cada persona se van generando al momento y éstas se mantienen aún y cuando una o más personas cambien de una cámara a otra logrando esto realizando una reidentificación de las personas.”

“El desarrollo de un sistema de seguimiento y reidentificación de personas en vídeo permite su utilización para aplicaciones de seguridad, como el tener control sobre zonas restringidas y/o el número de personas que pueden estar en una zona, vigilancia habitual de zonas para evitar siniestros, análisis de trayectorias extraídas de los vídeos para responder preguntas de negocio, comportamiento de

multitudes con motivos de seguridad, evitar siniestros, búsqueda de personas, en el caso que una persona sea dada por desaparecida y se tenga un punto inicial de búsqueda se pueden utilizar estos sistemas para agilizar su búsqueda, detección de eventos como altercados entre personas, aumento de velocidad de las mismas, trayectorias inusuales, movimientos sospechosos, entre otros.”

“El sistema propuesto realiza estas tareas de manera automática para un conjunto de vídeos provenientes de un sistema multicámaras del cual se conoce su topología.”
“Esta tarea no es directa de solucionar ya que presenta un número de problemas que lo dificultan, dentro de estos se encuentran los relacionados a las videocámaras como lo son la resolución de sus vídeos, el número de fotogramas por segundo, la posición en la que se encuentren, su ángulo de visión, nivel de ruido, las problemáticas inter-vídeo como la iluminación, variaciones de pose de cada persona, oclusión y pérdida de personas y las intra-videos relacionadas al sistema multicámaras como la variación de iluminación entre zonas, posibles cambios de escala, variación de ángulos de visión y pose, desincronización de las cámaras, distintos codificadores de vídeo, entre otros.”
“En este trabajo se plantea proponer una solución al problema del seguimiento de personas en un ambiente multicámaras con una aplicación en línea, generando identidades y trayectorias conforme avanzan los vídeos, siendo éste uno de los pocos trabajos con este enfoque y siendo ésta la mayor aportación del trabajo, proponiendo técnicas novedosas para el cambio de información entre cámaras y detección de cambio de zonas, la posibilidad de ignorar información de alta incertidumbre que pueda afectar el desempeño del sistema, la posibilidad de trabajar con vídeos mono y multicámara, y un método para la reidentificación de personas mediante imágenes. Asimismo, se propone una arquitectura modular para la resolución del problema. De esta manera se es posible actualizar módulos del mismo conforme existen nuevos con un mejor desempeño o dependiendo de la aplicación en específico.”

“Este sistema se construye y pone a prueba utilizando videocámaras del primer nivel del Centro de Investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional, el cual se compone de cuatro videocámaras con una topología

cuadrada entre sí, de las cuales se construyeron dos conjuntos de vídeos etiquetados con un enfoque en el seguimiento de personas a través de las cámaras, siendo esta otra aportación importante del trabajo.”

A continuación, doy algunos detalles importantes de su trabajo, y remito al lector a su tesis para los detalles omitidos.

Detección de personas. Inicialmente, se detecta una persona mediante su movimiento. Para esto se usa una red neuronal convolucional llamada Yolo («You only look once», disponible como software libre), para predecir su movimiento. Así se sigue a una persona hasta que se sale del campo de visión de la cámara. Se suponen restricciones razonables: una persona tiende a desplazarse en línea recta; su movimiento es continuo, no existen saltos abruptos en su trayectoria; distintas personas tendrán vestimentas distintas, que se usan para identificar a las personas cuando dos o más personas se cruzan y la cámara no percibe a todas (oclusión).

Filtro de Kalman. La detección por Yolo tiene tres funciones de pérdida: pérdida de clasificación, que cuantifica la clasificación de cada pixel del fotograma; pérdida de localización, que cuantifica el error en el centroide de la caja de localización (Yolo encierra a las personas en un cuadrado o caja, que se puede visualizar en el fotograma); y pérdida de confianza, que mide la certidumbre de que la caja contenga un objeto (una persona) o sea el fondo (no la contenga). La pérdida general es la suma de las tres pérdidas.

Nos dice Olivares en su tesis: “Considerando un conjunto de mediciones de un sistema a las cuales les consideramos un ruido añadido a cada una de éstas se pueden expresar estas mediciones con una función de densidad de probabilidad, en donde el promedio de esta función es el valor esperado de la variable aleatoria (las mediciones), la diferencia entre el valor esperado y el valor verdadero es la exactitud de la medición, a esta diferencia también se le conoce como el sesgo y la dispersión de esta distribución es la precisión de la medida o el ruido de la medición, se utilizó el Filtro de Kalman como un sistema de predecir

una nueva medición dado un conjunto previo de estas.”

Zonas de fuga. César las llama zonas de transición. Debido a la colocación de las cámaras en el recinto, se conoce la topología (la estructura) de la red de cámaras. Eso permite señalar en el campo visual de la cámara **a** las zonas de fuga hacia la cámara **b**, la **c**, etc. Si una persona en la cámara **a** cae dentro de la zona de fuga hacia la cámara **b**, debe aparecer en la cámara **b**, o regresar a la cámara **a**.

“Memoria Global. Este módulo es el que permite la transición de identidades entre distintas cámaras, conecta a los pares de zona de transición, almacenando la información de cada persona y utilizándola para su recuperación.”

Figura 4



Figura 4. La aplicación de César Olivares detecta y sigue a una o más personas en la planta baja del Centro de Investigación en Computación, IPN. Figura tomada de la tesis de Olivares.

“Módulo de paciencia. Utilizado en algunos trabajos, este módulo mantiene durante un número de pasos fijo la información de una persona que haya desaparecido de la imagen para su probable posterior recuperación con la misma identidad.”

“Recuperación de identidades. El algoritmo utilizado para recuperar la identidad de una persona entre un conjunto de candidatos es modular el cual puede ser intercambiado sin modificar el resto del sistema de acuerdo con la necesidad.”

“Procesamiento en paralelo de los fotogramas. Al tratarse de un sistema de multicámaras en todo momento se debe procesar cada fotograma proveniente de las distintas cámaras, los cuales se hacen en paralelo aprovechando la arquitectura de las tarjetas gráficas.”

“Zonas oscuras. Al estar lidiando con vídeo estamos sujetos a las características de la video- cámara y las condiciones en que ésta se encuentra, como lo puede ser su campo de visión. Pueden existir zonas donde las detecciones puedan tener muy alta incertidumbre e inclusive sea conveniente perder dicha información. Para aliviar este inconveniente se propone el uso de Zonas Oscuras o Puntos Ciegos Artificiales, como su nombre lo dice, de forma manual definiremos zonas dentro del vídeo en donde las detecciones no serán consideradas, basándonos en la idea que no podríamos controlar la arquitectura de la zona vídeo grabada y que ésta podría tener la vista obstaculizada por un elemento físico.

De esta manera, con una exploración previa de las zonas videograbadas se pueden definir zonas en las que es preferible ignorar sus detecciones. Esto también ayuda cuando el compa ración tenga que ser únicamente por imágenes, si dos detecciones se encuentran en condiciones distintas de escala una comparación directa de las imágenes no generaría resultados con fiables; asegurándonos que las detecciones se encuentren en una escala parecida estaría brindando una comparación más fidedigna.” Los párrafos entre comillas (“”) son citas de la tesis de Olivares.

4. COMENTARIOS FINALES

4.1 Advertencia

Los cálculos expresados en la sección 2 son estimados, y sufrirán cambios (quizá significativos) al momento de implementar la solución. Están, pues, sujetos a errores, y no deben tomarse como definitivos.

4.2 Conclusiones

La adición de algoritmos de inteligencia artificial, aprendizaje mecánico y visión por computadora a la red de cámaras de la CdMx traerá beneficios importantes para la seguridad del capitalino, acercando a esa metrópoli hacia una ciudad inteligente.

Para recintos cerrados o controlados, la adición de una aplicación para seguimiento en multicámaras permite detectar movimientos de personas o vehículos, con varias ventajas.

4.3 Recomendaciones

Dada la gran inversión en equipo, personal y mantenimiento ya hecha por la CdMx en su extensa red de videocámaras, conviene hacer la transición hacia la solución básica (sección 2.1) primero, luego hacia la solución híbrida (sección 2.3), y finalmente llegar a la solución mejorada (sección 2.2).

4.4 Agradecimientos

Al Instituto Politécnico Nacional y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (ahora Conahcyt), con cuyo apoyo ha sido posible llevar a cabo los trabajos mencionados. En especial, al Dr. Joaquín Salas, al M. en C. César Olivares Espinosa, cuyos trabajos en el Politécnico han sido descritos brevemente, y al Dr. Jesús Olivares Ceja, quien codirigió la tesis de César.

4.5 Referencias

Las referencias (ligas) en este artículo fueron verificadas el 24 de septiembre de 2023. Hay trabajos, proyectos

e investigaciones adicionales con Ciencia de Datos, aprendizaje automático e Inteligencia Artificial, que se han desarrollado o están en desarrollo en el Laboratorio de Ciencia de Datos y Tecnología de Software (https://www.cic.ipn.mx/index.php/acerca_de-cdyts) del Centro de Investigación en Computación (www.cic.ipn.mx) del IPN. Muchos de los dirigidos o llevados a cabo por el autor aparecen en su blog (a-guzman.blogspot.com).

Bibliografía.

Las ligas fueron consultadas el 13 de octubre de 2023.

¿Qué es un C2 móvil? Página describiendo un C2 móvil de la CdMx. Gobierno de la CdMx. <https://tinyurl.com/C2mCdMx>

Blog del Dr. A. Guzmán, autor de este artículo. Contiene trabajos y tesis recientes desarrollados por él, o bajo su supervisión. a-guzman.blogspot.com

Canchola Magdaleno, Sandra Luz, Joaquín Salas Rodríguez, Hugo Jiménez Hernández, José Joel González Barbosa, Juan B. Hurtado Ramos (2010) A Machine-Vision System to Detect Unusual Activities Online at Vehicular Intersections. *Computación y Sistemas*, Vol. 3, No. 3. Pp. 209-220, SSN 1405-5546. <https://tinyurl.com/MoviProhi>

Jiménez Hernández, Hugo, Joaquín Salas (2009) Temporal Templates for Detecting the Trajectories of Moving Vehicles. <https://tinyurl.com/ModeloDetec>

Olivares Espinosa, César (2023). Seguimiento de personas en multicámaras. Tesis de Maestría, Centro de Investigación en Computación, Instituto Politécnico Nacional (CIC-IPN). <https://tinyurl.com/SeguimVariasCamaras>

Página con la historia del C5 de la CdMx. Gobierno de la CdMx. <https://tinyurl.com/C5CdMx>

Página describiendo las cámaras de videovigilancia del C5 de la CdMx. Gobierno de la CdMx. <https://tinyurl.com/>

com/CamarasCdMx

Página que describe el Centro de Investigación en Computación (CIC-IPN). www.cic.ipn.mx

Página que describe el Laboratorio de Ciencia de Datos y Tecnología de Software del CIC-IPN. <https://www.cic.ipn.mx/index.php/acerca-de-cdyts>

Proceedings of the Conference: Advanced Concepts for Intelligent Vision Systems, 11th International Conference, ACIVS 2009, Bordeaux, France, September 28 - October 2, 2009. DOI: 10.1007/978-3-642-04697-1_45

Salas, J., H. Jiménez, J. González and J. Hurtado, "Detecting Unusual Activities at Vehicular Intersections," Proceedings 2007 IEEE International Conference on Robotics and Automation, Rome, Italy, 2007, pp. 864-869, doi: 10.1109/ROBOT.2007.363094. <https://tinyurl.com/MovimProhibidos>

Vanguardias en la Inteligencia Artificial y sus aplicaciones en la Administración Pública

Luis Arturo Rivas-Tovar*

Resumen: El objetivo es reflexionar sobre el avance de la inteligencia Artificial (IA) en la administración pública. Se usó el método documental descriptivo usando tres categorías de análisis: Definición y tipología de la IA, estado del arte en las aplicaciones de la inteligencia artificial, y avance de la IA en la Administración Pública. Como resultado se identificaron 4 fuerzas determinantes que determinan la evolución de la IA en la Administración Pública: Buena conectividad, una alta cultura de la población en las tecnologías de comunicación e información (TIC), integración de las tecnologías digitales y una política pública sostenida que favorezca la oferta de bien y servicios públicos mediante el gobierno digital.

Palabras Clave: Inteligencia artificial, Vanguardias tecnológicas, Gobierno digital, Administración Pública. Cultura Digital.

Vanguards in Artificial Intelligence and its Applications in Public Administration

* Es Doctor en Ciencias Administrativas por el Instituto Politécnico Nacional. Dr. (c) en Estudios Europeos por el Instituto Ortega y Gasset de España. Es profesor investigador en la ESCA STO del IPN, Editor en Jefe de la Revista Investigación Administrativa indexada (Q1 Competencia internacional), Investigador Nacional nivel III del Sistema CONAHCYT. Sus líneas de investigación son: Teoría de la Organización, Dirección Estratégica, Complexity Management y la Formación de investigadores. E-mail: larivast@ipn.mx

Abstract: The objective is to reflect on the advancement of artificial intelligence (AI) in public administration. The descriptive documentary method was used using three categories of analysis: Definition and typology of AI, state of the art in artificial intelligence applications, and progress of AI in Public Administration. As a result, 4 determining forces that determine the evolution of AI in Public Administration are identified: good connectivity, a culture of the population in communication and information technologies (ICT), integration of digital technologies, and a sustained public policy that favors the supply of public goods and services through digital government.

Keywords: Artificial intelligence, technological vanguards, digital government, Public Administration. digital culture

Fecha de recepción del artículo: 26 septiembre 2023

Fecha de aceptación: 12 octubre 2023

Introducción

Definir lo que es inteligencia artificial es una tarea difícil de hacer considerando la enorme evolución que ha tenido la disciplina en los últimos años. Según (Rouhiainen, 2018) "la capacidad de las máquinas para usar algoritmos, aprender de los datos y utilizar lo aprendido en la toma de decisiones tal y como lo haría un ser humano."

Una debilidad en la definición de Rouhiainen es que hay formas de inteligencia que no usan algoritmos sino reglas lógicas. Por ello podríamos definirla de una manera más clara como: la capacidad que tiene un artefacto (generalmente una computadora) para hacer cosas que imitan la inteligencia humana.

En inteligencia artificial hay varias clasificaciones: Por su proceso analítico que puede ser deductivo o inductivo y que condiciona su amplitud y alcance. La inteligencia artificial general imita las actividades de cerebro, tales como la conciencia, la intuición, o la creatividad. La inteligencia artificial de enfoque, es la que propone aplicaciones concretas y es en la que trabajan la mayoría de los expertos en el campo de aplicación de la inteligencia.

La tabla 1, ejemplifica ambos ejemplos.

Tabla 1.
Tipos de Inteligencia Artificial

| Inteligencia Artificial General | Inteligencia Artificial de Enfoque |
|--|---|
| Conciencia | Procesamiento del Lenguaje Natural |
| Voluntad | Planeación Automatizada |
| Emociones | Sistema basado en el Conocimiento |
| Intuición | Reconocimiento de Sonidos |
| Creatividad | Visión Artificial |
| Comprender conceptos abstractos (poesía, arte música) | Predicción y Reconocimiento de Patrones |

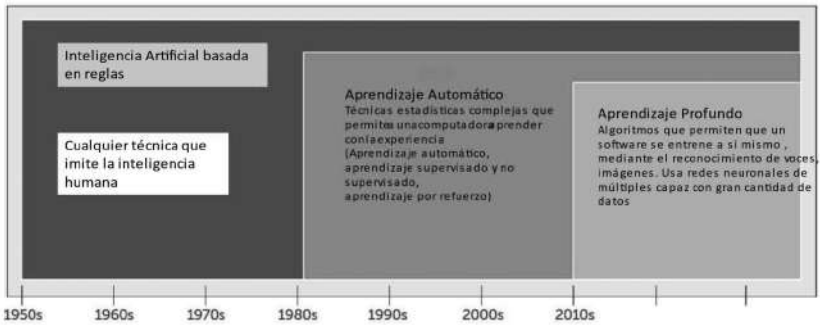
Fuente: Observatory of Public Sector Innovation 2020

La investigación sobre inteligencia artificial general es una de las vanguardias de la ciencia y resulta muy popular, ya que en buena medida todos los seres humanos modernos usamos cotidianamente variedades de ella al hacer uso de nuestros teléfonos inteligentes, al comprar, a ver búsquedas y hacer pagos bancarios.

En la Inteligencia artificial hay tres niveles de profundidad. La más sencilla es la Inteligencia basada en reglas con comandos lógicos del tipo *Si pasa esto Entonces....* Luego tenemos la IA con aprendizaje automático y la más sofisticada de todas que es la *inteligencia artificial profunda* que requiere algoritmos y computadoras de alta capacidad.

La figura 1, ilustra la investigación realizada en últimos 70 años se resume en tres frentes relevantes.

Figura 1
Niveles de Sofisticación Metodológica de la IA



Fuente: OCDE 2022

Método de Investigación

Este es un artículo de reflexión que revisa tres categorías de análisis. 1) Qué es la Inteligencia artificial y sus tipos, así como sus niveles de sofisticación. 2) El estado del arte de las distintas aplicaciones que se han desarrollado en los últimos años, y 3) Aplicaciones concretas de la IA a la Administración Pública reportadas en la literatura 1.

Resultados

Estado del arte en la Aplicación de la Inteligencia Artificial

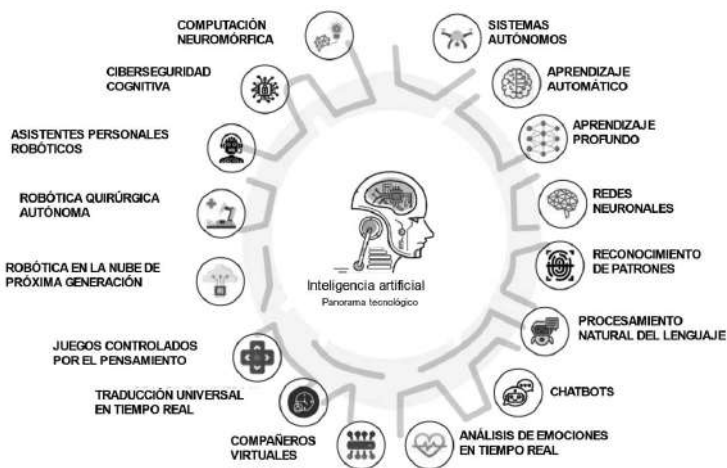
En lo referente a los campos de aplicación. La figura 2 muestra las aplicaciones reportadas en el estado del arte. Este es el modelo que usa la Agencia Neozelandesa de Innovación.

Siguiendo su orientación en el tiempo los primeros desarrollos son la computación neuromórfica que es el diseño de la computación de futura generación que diseña el hardware que imita la función del cerebro humano usando chips de silicio. Le sigue el aprendizaje de máquinas, las aplicaciones de seguridad ciber cognitiva, los asistentes robóticos personales, los robots autónomos quirúrgicos,

los robots de nubes genéticas,¹ los juegos controlados con el pensamiento, los traductores en tiempo real, y las compañías virtuales. Por otro lado, destacan los “chabots” que se usan en la administración para atender a clientes y ciudadanos, los procesadores de lenguas naturales de animales y sonidos, el reconocimiento de patrones que usamos los complejos, como una de nuestras principales preocupaciones, las redes neuronales, el aprendizaje profundo y los sistemas autónomos usados en la industria automotriz para vehículos sin conductor que se usan ya en aeropuertos internacionales en todo el mundo incluido México.

La Universidad más importante de México para estudiar Inteligencia Artificial es el Instituto Politécnico Nacional (IPN) seguido de CINVESTAV que también pertenece al IPN.

Figura 2
Estado del arte en la aplicación de Inteligencia Artificial



Fuente: (Callagan Inovations, 2017)

¹ Son los desarrollos de IA, Big Data, y la Nube implantados en un cerebro robótico para la interacción intuitiva con humanos (Callagan Inovations, 2017).

1) Sistemas Autónomos de Transporte

Según Li, Et al. (2018), los sistemas de conducción autónoma se iniciaron desde el año de 1980 en la Universidad Carnegie Mellon en los Estados Unidos con vehículos que operaban en contextos estructurados. Otra universidad pionera fue la Buneswehr en Múnich, Alemania que experimentó en autopistas de alta velocidad. En 1994 las empresas UniBW y Daimler-Benz presentaron vehículos capaces de una conducción autónoma en tres carriles con velocidades de hasta 130 Km por hora. En esta fase todavía el sistema requería de la autorización de un humano a bordo. En la actualidad la tecnología de abandono de carril es una realidad en vehículos de alta gama y hay sistemas de abandono mantenimiento en el carril, así como sistema de control de cruce desde hace por lo menos una década. En los últimos años también se han universalizado en las marcas de autos premium sistemas de frenado que minimizan las consecuencias de un error humano por fatiga o distracción (Li, Díaz, Morantes, & Dorati, 2018).

Con toda esta tecnología el tren de conducción autónoma que nos asombra tanto cuando viajamos por primera vez en los aeropuertos internacionales, como el que se ilustra en la figura 3, pertenecen a una tecnología totalmente madura. En Japón muchos usuarios del tren bala ignoran que algunos de ellos no tienen conductor.

Figura 3
Tren sin conductor en aeropuerto de San Francisco y en el Tren Bala en Tokio



Fuente: <https://blogthinkbig.com/wp-content/uploads/sites/4/2020/01/un-tren-sin-conductor.jpg>

2) Aprendizaje de Máquina (Machine Learning)

De acuerdo con Godoy-Viera (2017), el aprendizaje de máquina, mejor conocido entre expertos por su nombre en inglés *Machine Learning*, es un campo de la inteligencia artificial que estudia cómo hacer programas de cómputo que mejoren una tarea con base en la experiencia. Esto supone una serie de decisiones concatenadas que realiza un algoritmo el cual es capaz de aprender con la repetición de eventos. Este tipo de algoritmos son muy usados en la minería de datos donde las regularidades y tendencias pueden pasar desapercibidas para un ser humano, pero que pueden ser descubiertas por una máquina (Godoy-Viera, 2017).

Ejemplo de ello son los Algoritmos que hacen sugerencias de películas que pueden gustar con base en tus “me gusta” en Netflix. O el tipo de videos que sueles ver en YouTube. La figura 4 ilustra una lista de sugerencias de Netflix.

Figura 4
Ejemplo de Machine Learning para ver películas en Netflix



Fuente: Netflix 2023

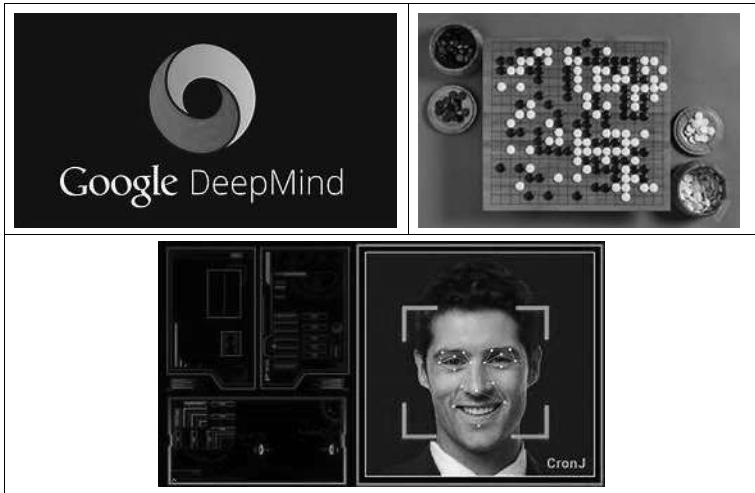
Aprendizaje profundo (Deep Learning)

De acuerdo con González-Muñiz (2018), el aprendizaje profundo es resultado de la acumulación de diversos conceptos y metodologías. Inicia en los años 80 al observar que un gran número de computadoras conectadas en red pueden tener un comportamiento inteligente tal como ocurre con nuestro cerebro. Concretamente Fuhusima en 1980 creó el Neocognitron que era una arquitectura de imágenes inspirada el sistema visual de los mamíferos. En 1997 se crearon las redes LSTM (Long Short Term Memory), que son arquitectura de memoria de corto y largo plazo. (Gonzalez- Muñiz, 2018).

En el año 1996 el gran maestro ruso y campeón mundial de ajedrez Gary Kaspàrov fue derrotado en Filadelfia por la computadora IBM Blue (Schaeffer, & Aske, 1997).

Casi una década después Hinton desarrolló un nuevo modelo de Aprendizaje profundo basado en capas de aprendizaje. La primera capa es la asociada a los instintos más primitivos, en la siguiente capa los procesos son más sofisticados y profundos. Facebook identifica rostros Google usa el reconocimiento de voz. El uso de esta tecnología no está exenta de peligros ya que existe una preocupante concentración de poder. En 2012 Google compró *Deep Mind* cuyo robot fue capaz de vencer al campeón mundial del juego de Go por un rotundo 5 a 1 (Gonzalez- Muñiz, 2018). La figura 5 muestra el juego de Go que es como el ajedrez en Japón y el desarrollo inteligente *Deep Mind*.

Figura 5
Deep Mind Campeona Mundial de Go y
Reconocimiento de patrones, (Facebook)

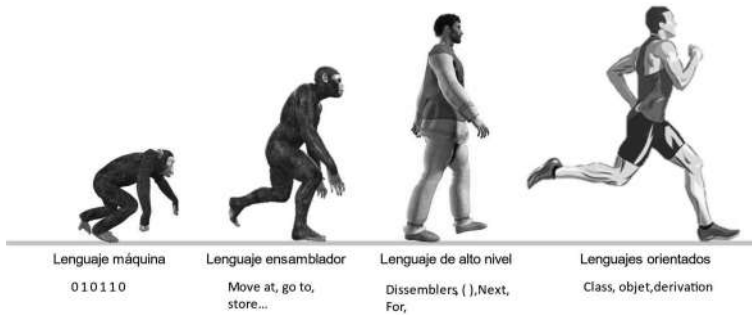


Fuente: Elaboración propia

Procesadores de Lenguaje

Los lenguajes de programación han tenido una evolución vertiginosa en los últimos 50 años. Según menciona (Cueva- Lovello, 1998) los lenguajes de programación se pueden clasificar desde tres enfoques distintos: por su grado de independencia con el computador, por la forma de dar instrucciones a la computadora y por generaciones. En el primer enfoque se distinguen 5 tipos de lenguajes: lenguaje de máquina, lenguaje ensamblador, lenguajes de medio nivel, lenguaje orientado a usuarios, lenguajes orientados a objetos, los cuales se ilustran en la ilustran en la figura 6.

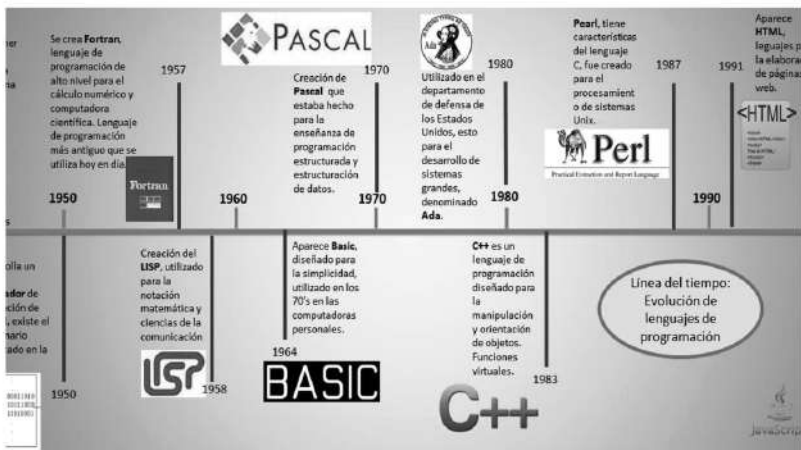
Figura 6 Evolución de los lenguajes de los lenguajes de programación



Fuente: Elaboración propia a partir de (Cueva-Lovello, 1998).

La mayor parte de los autores coinciden en que el inicio de los lenguajes es con la creación de Fortran. La figura 7 ilustra el nacimiento de los lenguajes hasta una primera etapa que termina en 1990. En el año de 1958 se crea Lisp para su uso en matemáticas y en ciencias de la comunicación. En 1964 surge Basic que es el primer lenguaje orientado a computadoras personales. En 1970 se crea Pascal usado en las universidades para la enseñanza de la programación con datos estructurados. En 1980 surge Ada usado en el departamento de Defensa americano y en 1983 se crea el Lenguaje C++ que es el primero orientado a objetos para medio virtuales. La rivalidad creciente entre empresas propicia que en 1987 se cree Perl diseñado para sistemas Unix. En 1991, surge HTML que es el lenguaje usado hasta la fecha para las páginas web. Ver el resumen que aparece en la figura 7.

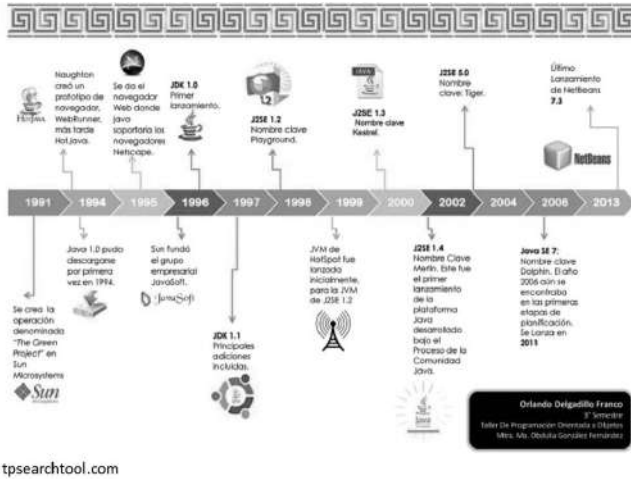
Figura 7
Lenguajes de programación de 1957 a 1991



<https://pportafolioambrizg.blogspot.com/2017/06/evolucion-de-los-lenguajes-de.html>

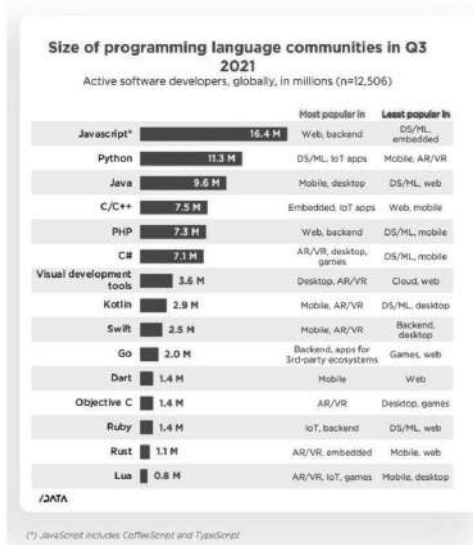
La segunda etapa va del 1992 a 2013. En 1991 se crea Sun por la empresa Sun Systems dentro del proyecto *Green project*. En 1994 la empresa Naughton crea el navegador Web runner que dio origen a la versión 1.0 de Java. En el año de 1995 que es el año en que se considera la divulgación de uso del correo electrónico se crea el navegador web java que soporta los navegadores de Net scape del grupo Java Soft. En 1996 sale JDR versión 1.0. En 1998 surge J2E 1.2 que es el nombre en clave de *Play Ground*. En 1999 sale la versión 1.3 de J2SE, en 1994 la versión 1.4 y en 2004 la 1.5. En 2006 en sale la versión Java SE 7. En 2013 aparece Net Beans. Lo anterior, se ilustra en la figura 8.

Figura 8
Lenguajes de Programación 1991- 2013



La tercera etapa se ilustra en la figura el desarrollo y popularidad de uso a 2021, de los principales lenguajes. En el top 6 destaca JavaScript, Seguido de Python, Java, C/C++ y PHP. Ver figura 9.

Figura 9
Lenguajes más Usados en 2021



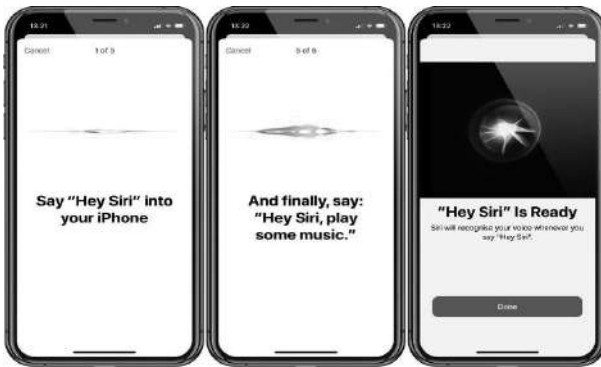
<https://www.entrepreneur.com/especiales/dev/herramientas-dev/estos-son-los-10-lenguajes-de-programacion-mas-populares-en-2021/>

El imperio de los lenguajes de alto nivel tiene diferentes razones dentro de las que destacan: son más fáciles de aprender, no se necesita conocer la forma en que se colocan los datos, hay una gran variedad de estructuras de control, permiten el diseño modular de los programas y el soporte para la programación orientada a objetos. Esto programas suelen usar sentencias condicionales del tipo IF- THEN- ELSE; Bucles del tipo: FOR. WHILE y REPEAT y Estructuras de bloque BEGI- End.

Los procesadores de lenguaje requieren el uso de lenguaje de alto nivel y son los nombres genéricos que suelen recibir todas las aplicaciones informáticas. En nuestro mundo global hay una gran variedad de procesadores semánticos dentro de los que destacan: los traductores de idiomas, los compiladores, los ensambladores, los montadores de enlace, los intérpretes, los analizadores de rendimiento y los editores entre los más destacados, entre otros muchos. A la mayoría se les conocen mejor por sus nombres en inglés: *Transletors, compilers, assemblers, linkers, interpreters y profilers.*

Los procesadores combinan la inteligencia artificial y la lógica difusa. Uno de los pioneros de los procesadores es Michio Sugeno. Sus estudios han servido a la robótica y contribuido al control de vehículos, usando la voz humana diseñando sistemas de control difuso. En los años noventa sus aportaciones posibilitaron el surgimiento de aparatos capaces de reconocer hasta 100 palabras en cualquier idioma, incluido el español (Beaumont, 1987). Actualmente los procesadores de lenguaje más avanzados se han vuelto del dominio público: Siri, Alexa, Cortana.

Figura 10
Interacción con un Procesador de Lenguaje



Traductor Universal en Tiempo Real

A diferencia de los traductores disponibles en la web, los traductores universales en tiempo real son cada día más sofisticados y más baratos y tienen el beneficio de se pueden llevar a cualquier sitio.

Esto permite personas de distintas nacionalidades, sin conocer mutuamente sus lenguas, se conozcan y puedan socializar, divertirse, enamorarse o simplemente hacer negocios.

La figura 22, ilustra los traductores de venta en abril de 2023. El más costoso vale unos 90 dólares. Es capaz traducir 138 idiomas en línea y 14 idiomas fuera de línea con una precisión del 98%.

El más económico vale unos 33 dólares. Es capaz es traducir 70 idiomas con precisión del 99 % en las principales lenguas tales como: chino, inglés, español, francés, alemán.

La figura 11, ilustra ambos traductores.

Figura 11
Traductores en Tiempo Real

| | |
|--|---|
| <p>138 idiomas en línea y 14 idiomas fuera de línea con una precisión del 98%. 90 dólares.</p> |  |
| <p>70 idiomas con precisión del 99% en las principales lenguas tales como: chino, inglés, español, francés, alemán. 33 dólares</p> |  |

Fuente: Elaboración propia a partir de búsqueda realizada en Mercado Libre México 2023.

Juegos Controlado por Pensamiento.

Durante los pasados 50 años el estudio neuroanatómico en animales permiten afirmar que existen una compleja organización de sus conexiones cerebrales. Los monos macacos, por ejemplo, se ha probado conexiones intrahemisféricas y si bien sólo se ha probado un 10% de conexiones, es posible especular que lo mismo ocurre con humanos lo cual supone unas 10,000 vías de distintas procedencias y destinos (Jbabdi, Sotiropoulos, & Haber, 2015).

Dentro de las empresas que más han avanzado en el desarrollo de artefactos de bajo costo al alcance de la población en general es EMOTIV. Su producto más popular se ilustra en la figura 12, donde se muestra la diadema que permite de interfaz de computación cerebral para juegos sociales en tiempo real.

En una investigación de tipo experimental se comparó al EMOTIV con otros dispositivos médicos más costosos, se encontró que Emotiv no es un aparato confiable para ser usado en labores de rehabilitación o manejo de prótesis y que esta falta de confiabilidad puede tener consecuencias graves

por ello sólo se recomendó usar para juegos y sistemas de comunicación. Incluso el Emotiv resulta más costoso si se evalúan sus costos de operación y mantenimiento, que un dispositivo médico que tiene un mayor costo de adquisición (M., Castermans, & Petieau, 2013)

Figura 12 **Juegos Controlados por el Pensamiento**



Compañeros Virtuales

Esta nueva tecnología consiste en avatares *virtuales* conectados a la nube con motores de inteligencia artificial que interactúan como lo haría un ser humano.

Una de las consecuencias de incremento de la esperanza de vida en todo el mundo es la soledad de los adultos. En los países desarrollados la epidemia de la soledad es particularmente grave al punto que los ancianos se mueren en su casa y nadie los echa de menos hasta que el olor del cuerpo insepulto, frecuentemente acostado en su cama o en un sillón, alerta a los vecinos.

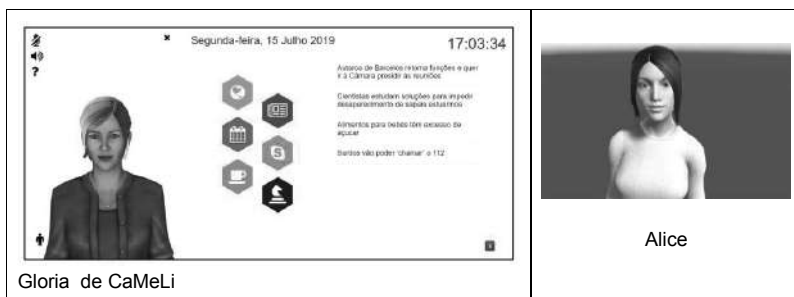
Este nuevo desafío de nuestra sociedad ha abierto la puerta para acoger con gusto a los llamados compañeros virtuales.

Desde la última década se han creado compañeros virtuales con distintos propósitos: para realizar ejercicios que mantengan la salud, para tratamiento médico, para salud mental, para el diseño de dietas y una sana nutrición, como apoyo social. Hay también compañeros de monitoreo, aliento para adultos mayores. En este último campo es

el que más éxito social ha habido en ancianos con poca o ninguna familia. Los compañeros virtuales se vuelven entrenadores y consejeros de salud que resultan muy favorables para mejora en la calidad de vida de personas muchas veces solas y enfermas (Jegundo, Dantas, Quintas, & Dutra, 2020).

La figura 13 ilustra dos ejemplos de compañeros visuales. En ambos casos son Avatares femeninos llamado Gloria y Alice, capaces de contar chistes, charlar, recomendar cambio de ropa de vez en cuando, poner música, sugerir series de televisión y películas y motivarte a hacer deporte.

Figura 13
Compañeras Virtuales Gloria y Alice



Fuente: elaboración propia a partir de Jegundo, et al., 2020.

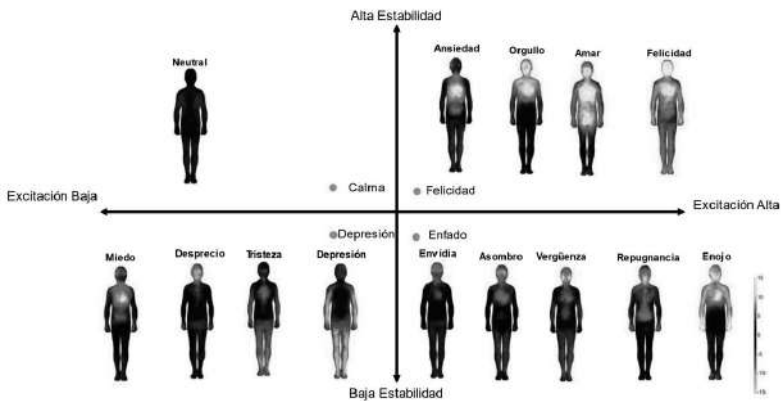
Análisis de emociones en tiempo real

El avance conseguido en el campo del aprendizaje automático que aquí hemos llamado aprendizaje de maquina ha permitido que las computadoras sean capaces de comprender emociones humanas tales como la alegría, la tristeza, la ira o la decepción. El uso exclusivo de las expresiones faciales o incluso de posturas y gestos han demostrado ser no ser productores totalmente fiables ya que hay personas que saben ocultar sus emociones, sobre todo cuando realizan algún examen. Por fortuna, la evaluación de señales periféricas como la neurología periférica y los electroencefalogramas permiten evaluaciones más confiables.

Dentro de las técnicas de análisis de emociones destacan: la dinámica no lineal, los sistemas de clasificación de machine learning, las evaluaciones del vecino más próximo (KNN), los sistemas bayesiano ingenuo, la máquina de soporte vectorial y el bosque aleatorio. (Zhang, Yin, Chen, & Nichele , 2020).

Los sistemas de análisis de emociones usan una matriz de emociones donde las más relevantes son la excitación y el balance psicológico. De esa forma existen cuatro estados posibles: 1) Feliz, que es el cuadrante cuando se está en balance y con alta excitación, 2) Calmado y en estado neutral, cuando se tiene baja excitación y alto balance, y 3) cuando se tiene bajo balance y baja excitación hay varios estados entre los que destacan el miedo, el desprecio por sí mismo, la envidia, la tristeza y la depresión, 4) Cuando se tiene bajo balance y alta excitación los sentimientos se desplazan de la envidia, al asombro, la vergüenza, la repugnancia, que se ilustran en la figura 14.

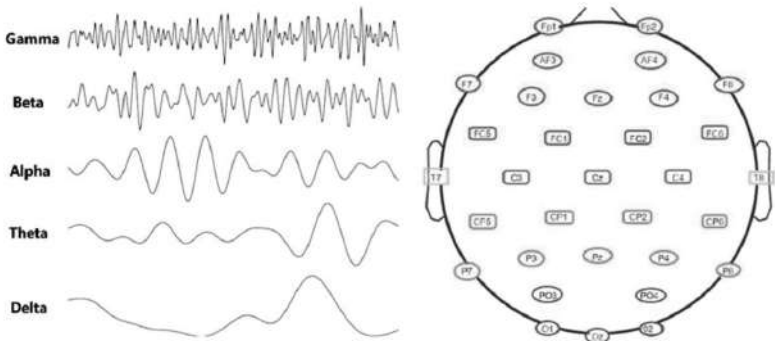
Figura 14
Cuadrante de emociones de Zang-Yin-Chen-Nichele



Fuente: Fuente: (Zhang, Yin, Chen, & Nichele, 2020)

La figura 15 ilustra la fuente de las mediciones, que suele ser el cerebro donde diferentes sensores miden las distintas zonas de interés, y las pulsaciones cardiovasculares de las personas estudiadas, midiendo mediante encefalogramas las diversas regiones del cerebro humano: están las frecuencias que van de las ondas delta de estados relajados a las theta, Alpha y Gamma, propia de emociones intensas.

Figura 15
Medición de Emociones en Tiempo Real



Fuente: (Zhang, Yin, Chen, & Nichele, 2020)

Dentro el tipo de datos usado y la metodología más usada para el reconociendo de emociones los sistemas basados en datos masivos audiovisuales, con los que mayor precisión presentan seguido de los espectrogramas de imagen basado en lectura facial con regresión multidireccional. Como se puede ver en la tabla 2 los lectores de emoción usando sólo audio o video son los que más baja precisión ofrecen.

Tabla 2
Grado de Precisión de las Fuentes de Datos y
Metodología de Aprendizaje Profundo

| Tipo de datos | Método Deep Learning | Precisión [%] | Investigadores |
|------------------------------------|--|---------------|--------------------------------|
| Lectura facial | mel-spectrogram imágenes faciales ,cnn para audio, 3d cnn for video | 85.97 | Zhang et al. (2017)[160] |
| Big data de emociones Audio-visual | 2 d cnn for speech, 3 d cnn for video, Fusión basada enEIM | 99.9 | Hossain et al. (2019)[166] |
| Lectura facial | Audio features, facial features, triple stream DBN | 66.54 | Jiang et al. (2011)[175] |
| IEMOCAP; creadores de caras | Selección de rasgos andDBN | 70.46–73.78 | Kim et al. (2013)[176] |
| EmotiW 2014 | CNN for video, DBN for audio, 'bag of mouth' model, and auto-encoder | 47.67 | Kahou et al. (2016)[177] |
| Lectura Facial | Multidirectional regression, SVM | 84 | Hossain et al. (2016)[178] |
| Lectura Facial | mdr, ridgelet transform, elm | 83.06 | Hossain et al. (2016)[179] |
| Big data de emociones Audio-visual | Rasgos de lenguaje bp features for speech, idp features for face images, ClasificadorSVN y | 99.8 | Hossain et al. (2018)[180] |
| MAHNOB-HCI | CDBN | 58.5 | Ranganathan et al. (2016)[181] |
| EmotiW 2015; CK+ | Audio features, caracteres de densidad, CNN extracted features | 54.55; 98.47 | Kaya et al. (2017)[182] |

Fuente: Zhang, Yin, Chen, & Nichele , 2020.

Robótica en la Nube de Próxima Generación

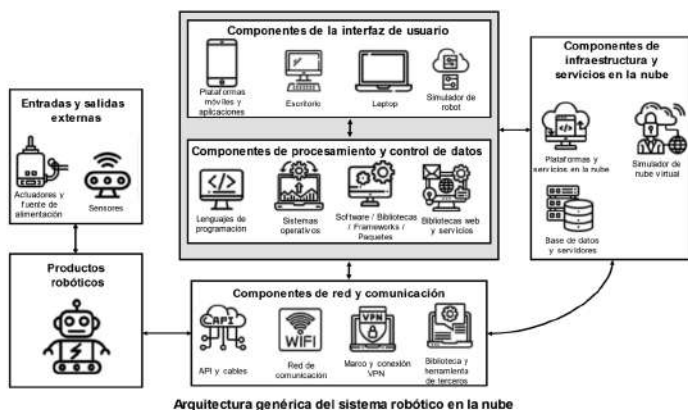
Los robots como solución tienen limitaciones físicas debido a la capacidad, movilidad, energía, así como sus limitaciones de diseño. El hecho que requiera presencialidad es ya una limitación importante. Es por eso que la robótica en la nube ha surgido como una opción que permite que robots remotos conectados a una nube proporcionen mayores capacidades. La robótica en la nube combina comunicaciones entre robots llamadas máquina a máquina (M2M y una nube que permite la interacción máquina a nube (M2C).

Esto supone arquitecturas de computación elásticas que permiten hacer tareas de manera remota. Esto supone desafíos en distintos campos no sólo de computación, sino de seguridad y comunicaciones. La robótica en la nube utiliza un modelo de computación elástico, en el que los recursos se asignan dinámicamente desde un grupo de recursos compartidos en la nube ubicua, para respaldar la descarga de tareas y el intercambio de información en aplicaciones robóticas. Los robots en la nube obligan a usar Big Data, que configura un cerebro robótico que colabora con humanos.

La revisión del estado del arte en el tema realizada por Dawarka & Bekaro (2020) a 44 investigaciones sobre la robótica en la nube indica que son ocho los componentes fundamentales de una arquitectura de robótica en la nube: 1) Infraestructura y servicios de la nube (61.4%), 2) Robot (61.4%), 3) Instrumentos de infraccionan y operación, tales como Sensores y Actuadores (25%), 4) Protocolos de comunicación con la nube y protocolos VPN (25%). 5) Procesamiento de datos (25%), 6) Arquitectura orientada a los servicios (SOA) y Servidores (22.7%), 7) Componentes Web, herramientas y librerías (20.5%), 8) Aplicaciones móviles 11.4% y Simulación virtual 11.4% (Dawarka & Bekaro, 2022).

La figura 16 ilustra el modelo general de robótica en la nube. Se distinguen dos actores centrales que son los componentes de la interfaz del usuario que pueden ser al menos de cuatro tipos: Plataformas móviles, comparadoras de escritorio, computadoras portátiles, y simuladores de red. Estos dispositivos están vinculados a los componentes del procesamiento y control de datos que pueden ser lenguajes de programación, sistemas operativos, software, bibliotecas, frameworks y paquetes que interactúan simultáneamente tanto con componentes de la infraestructura y servicios de la nube, tales como plataformas de servicio, simuladores y bases de datos.

Figura 16
Componentes Básicos de la Robótica en la Nube



Fuente: (Dawarka & Bekaro, 2022).

Robótica Quirúrgica Autónoma

La Robótica Quirúrgica es otra vanguardia en la medicina que ha tenido una rápida expansión impulsada por las Plataformas de Inteligencia Artificial que apoyan a eminencias médicas y hacen uso robots para realizar intervenciones quirúrgicas integrando el aprendizaje de grandes conjuntos de datos históricos.

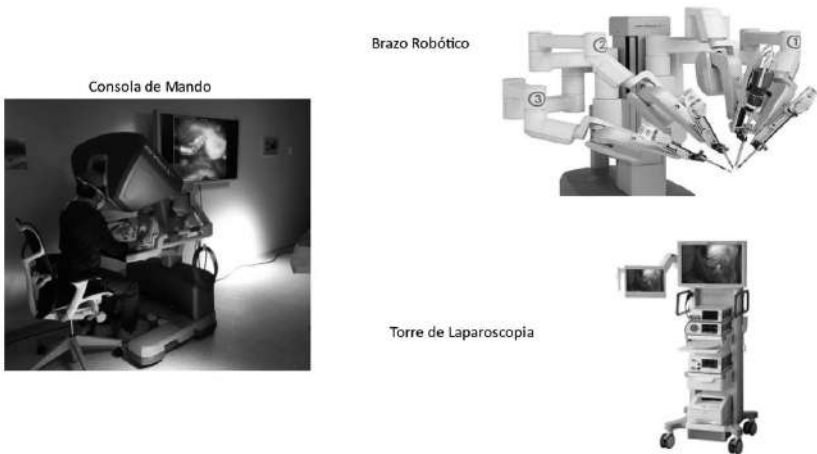
Los tres vectores más importantes que impulsado esta modalidad de la inteligencia artificial han sido el desarrollo de los protocolos de cirugía a control remoto, la evolución de las cirugías de invasión mínima y la cirugía que no requiere la intervención humana (Castillo & Vidal, 2012).

El primer robot quirúrgico autorizado para operar por la FDA Americana fue el Sistema Quirúrgico Da Vinci en el año 2000, autorizado para intervenciones del útero femenino (histerectomía) cuya intervención es muy frágil a los errores médicos. El dominio ejercido por este primer robot ha limitado la aparición de otros sistemas y su uso ha sido dominante en las dos primeras décadas del siglo XXI. Esta situación está por cambiar al vencer las patentes y con ello es de esperar que el costo disminuya y empiecen a parecer sistemas más eficientes y de menor costo que extiendan la cirugía robótica.

El sistema robótico y su caudal de información puede decidir si se debe llevarse a cabo la extirpación completa de todo el útero, el fondo y el cuello uterino, o decidir preservar el cuello identificando los patrones que revela la laparoscopia. Esta operación es muy frecuente en mujeres ya que su recomendación se debe a diversas razones entre las que destacan: los abortos mal practicados, los pólipos y fibromas uterinos, los desgarros realizados de manera involuntaria durante el parto y el cáncer de útero, ovarios o trompas entre otros (HERS Foudation, 2023).

Para poder llevar a cabo con éxito una intervención quirúrgica robótica se requieren tres elementos necesarios: 1) La consola de mando que es el centro estratégico desde donde opera el cirujano, 2) una Torre de Laparoscopia que maximiza la visualización del médico y del equipo quirúrgico y 3) el brazo robótico que es el instrumento remoto que atiende las órdenes del médico, los actuales se ilustran en la figura 17.

Figura 17 Dispositivos para la Cirugía Robótica



Fuente: (Mexiquene, 2021), (Biotecno, 2023). (Barroso , 2018)

Entre los beneficios de la cirugía robótica destacan: una reducción del riesgo de infección, al tratarse de sistema invasivos mínimos las cicatrices son más pequeñas. Aunque no son baratas las cirugías por la alta especialización y costo de los equipos, las estancias hospitalarias son menores, lo cual supone un regreso más rápido de los enfermos a sus actividades. Otro aspecto muy positivo es que elimina cualquier posible temblor de un cirujano. Así mismo, la visualización laparoscópica del órgano afectado es compartida por todo el equipo quirúrgico en tercera dimensión. Aunque los críticos del sistema dicen que es mentira que sea un robot, ya que depende totalmente de las órdenes del cirujano y que más que un robot es un bisturí muy costoso y especializado, lo cierto es que ofrece un mayor alcance de movimientos, ya que los brazos del robot pueden rotar hasta 360° y con ello acceder a las cavidades más recónditas.

La cirugía robótica tiene aún muy pocos especialistas, sólo existen 44,000 cirujanos certificados en su uso. Las cirugías practicadas se han enfocado sólo a algunos órganos de cuerpo humano, entre las que destacan la prostatectomía radical, nefrectomía parcial en el campo de la urología, la

histerectomía, y los tumores de útero en oncología, Las cirugías de colon y recto, cirugía del tercio inferior del esófago en la Cirugía General y en operaciones de corazón en la reparación de válvulas tricúspide y mitral y en la colocación de bypass entre otras (Revista de Robots, 2021).

Según Toro (2019) había en ese año unas 3,000 máquinas robóticas en el mundo, en España unas 100 y en México 12. La mayoría concentradas en la Ciudad de México. Los robots quirúrgicos más comunes son los Da Vinci, cuyo costo varía entre 1.5 y 2.5 millones de euros. Además, hay que calcular unos 140,000 euros en mantenimiento (Toro, 2020).

Aunque se hacen grandes apologías sobre la precisión después de 23 años de uso de robots quirúrgicos, aún grandes cirujanos desconfían de ellos y son escépticos sobre sus bondades ya que la calidad de los modelos de inteligencia artificial depende de la cantidad y variedad de los datos suministrados en cada operación.

Una investigación realizada en 10 años, la cual comparó las cirugías robóticas versus cirugías con laparoscopia, no mostró diferencias significativas en la rapidez de la recuperación que suele ser mencionada por los promotores del uso de robots. Incluso la investigación descubrió que los pacientes operados permanecían *más días en recuperación*. Esta investigación incluyó casos de Cirugía General, Cardiología, Ginecología, Urología y Otorrino.

“La duración promedio de la estadía para los casos robóticos fue de 3,3 días, en comparación con 3,0 días para laparoscópicos y 7,0 para la cirugía libre. ... (...) Los reingresos después de casos robóticos fueron más bajos que los abiertos (15 % frente a 26 %) “Los costos de la cirugía robótica fuer 1.5 mayor que la cirugía laparoscópica “ (Stringfield , Parry , Eisenstein, & Horgan , 2022).

En otra meta de investigación que estudió los resultados de 4,898 pacientes operados con cirugía robótica en 50 artículos con evidencia empírica, basada en operaciones realizadas con robots, sólo en el 10% de los casos que reportaron menos complicaciones en la cirugía asistida por robot. El 90% de los estudios no mostraron diferencias en las complicaciones intraoperatorias, las tasas de conversión y los resultados a largo plazo. Es sentido contrario a lo que

se afirma en los beneficios la duración de la cirugía robótica es más larga que la laparoscopia, e incluso no se diferencia la cirugía abierta (Zhang, Li, Lin, & Wei, 2022).

Lo anterior da pocos incentivos –de momento– para elegir una cirugía robótica versus una laparoscópica aun cuando a uno le sobre el dinero.

Computación Neuromórfica

Los sistemas neuromórficos son sistemas de computación que imitan lo que hacen las neuronas humanas en un cerebro. Esta emulación hace que el hardware resultante tenga un tamaño reducido ya que la memoria y el procesador se colocan en una misma unidad.

Dicho Hardware imita al cerebro humano usando chips de silicio y con ellos los sistemas son más rápido y eficaces.

Este avance de la inteligencia artificial no es fácil de comprender ni de explicar ya que integra conocimientos de la física de estado sólido de la electrónica y la óptica.

Escribir sobre computación también no es fácil, siempre va uno detrás de la realidad.

De acuerdo con la Ley de Moore el número de transistores en los procesadores de los ordenadores actuales se duplica cada dos años.

Los primeros modelos de computación neurofórmica fueron propuesto por Mead al final de la década de los 80 buscando mejora la tecnología VLSI (*Very Large Scale Integration*), que consiste en incluir millones de transistores MOS en un chip C. La inspiración de Mead fueron las neuronas humanas cuyo cerebro no supera los 1200 centímetros cúbicos que componen dicha red. En la investigación neuronal hay dos grandes campos de estudio: el desarrollo de software y el de hardware ambos inspirados en la emulación del cerebro humano.

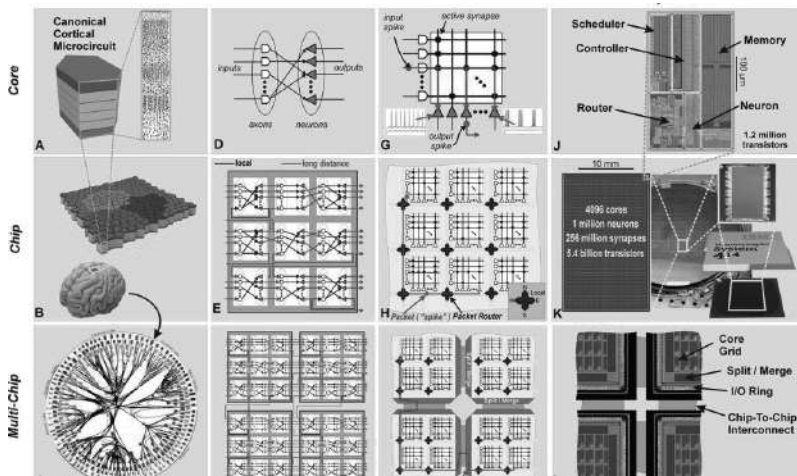
En un sistema biológico las neuronas tienen dos roles que se busca imitar. Unos llamados Neurositores, que son chips de compartimiento cambiante en función del umbral de voltaje y que pueden tener un comportamiento aislante cuando la resistividad se vuelve alta, o metálico con una resistividad baja.

El otro rol son los *Sinaptores*, que facilitan la conectividad con los Neurositores (Arribas-Fermadez, 2019)

Estos cambios permiten emular lo que hace una neurona en el cerebro, lo cual está asociado a su capacidad de aprender.

En la figura 18 se ilustra el proyecto de cerebro humano desarrollado por IBM, mediante su chip llamado *TrueNorth*, cuyo logro mereció un artículo en *Science*, ya que este chip puede procesar grandes volúmenes de datos con una potencia mínima. Según IBM esta invención es una buena emulación del cerebro humano. A pesar de tener 5,400 millones de transistores, gasta 70 milivatios de energía, mucho menos que un microprocesador. Por si fuera poco, el chip es capaz de calcular datos sensoriales que incluyen imágenes, sonido e incluso olores.

Figura 18
Interacciones chip – Multichip y Dispositivo



Fuente: (Aply SCI , 2014)

Bot conversacionales (Chatbot)

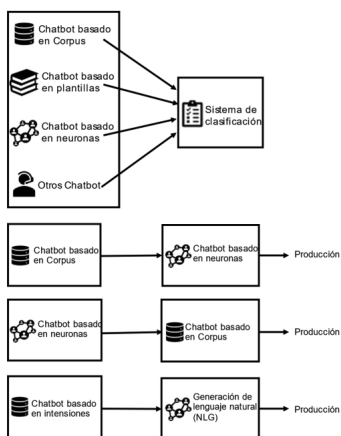
El término fue propuesto por Michael Mauldin en 1997 y era originalmente “chaterrbot”, pero su uso y facilidad degeneró en el actual “chatbot”. En la actualidad se usa indistintamente para denominar a un agente conversacional, sistemas de dialogo, interfases conversacionales, agente y asistentes virtuales.

En una revisión del estado del arte realizada por (Luo, Lau, & Si, 2022) proponen una clasificación en 6 categorías, usando el criterio del diseño computacional de su arquitectura, que son: 1) chatbots basados en plantillas, 2) chatbots basados en corpus, 3) chatbots basado en intentos, 4) chatbots basados en redes neuronales recurrentes (RNN), 5) chatbots basados en Aprendizaje de Refuerzo (RL), y 6) Chatbots con enfoques híbridos.

La diferencia y poder de los chatbots asociado a su capacidad de aprendizaje vinculada a su tecnología de procesamiento de lenguaje naturales, conocidas por sus siglas en inglés como NLP.

La figura 19 resume los chatbots dependiendo de su arquitectura de diseño.

Figura 19
Tipología de Chatbot dependiendo de su arquitectura



Fuente: (Luo, Lau, & Si, 2022)

Por lo que se refiere al tipo de usos que se le dan a los chatbots, Lou et al. (2022) también distinguen seis tipos de aplicaciones: 1) inteligencia al servicio del consumidor para *ecommerce*. Suelen proporcionar información detallada de productos y servicios para mejorar la experiencia de compra, 2) chatbots para asistencia personal. Permiten facilitar tarea de la vida diaria, hacer recordatorios, enviar mensajes, e incluso comprar boletos, 3) sistemas financieros de dialogo. Proporcionan información más detallada sobre productos financieros más complejos, 4) chatbots para el cuidado de la salud. Se usan para facilitar el diagnóstico de enfermedades y pueden ofrecer valiosa información para el tratamiento, 5) servicios de consultoría virtual. Se usan con mucho éxito para diagnosticar y atender a problemas mentales tales como la intención de suicidio, la depresión y el autismo, y 6) chatbots de aprendizaje pedagógico. Suelen ser útiles para aprender idiomas, ayudar a resolver problemas sencillos de física y química a nivel secundaria e incluso para estimular la participación de un grupo y formar equipo de trabajo.

Los hallazgos resultados de su revisión panorámica muestran que los chatbots para servicio al cliente, influyen y dan confianza del consumidor, mejoran la percepción de la marca y aumentan la seguridad percibida según Yen and Chiang (2021), Nordheim et al. (2019), Folstad et al. (2018), Kocaballi et al. (2020).

Los chatbots de salud mental son más empáticos y pueden aliviar los impactos negativos de las redes sociales exclusión, reducen la ansiedad, facilitan un mejor manejo del stress, y reducen la soledad. Gennaro et al. (2020), Greer et al. (2019), Shamekhi et al. (2017), Suganuma et al. (2018), Fitzpatrick et al. (2017), Ta et al. (2019).

En los chatbots pedagógicos el aprendizaje es mayor cuando los estudiantes pueden comunicarse con chatbots, y mejora positivamente los resultados del aprendizaje, Tegos et al. (2015). Finalmente, en los chatbots dedicados a la salud los grupos intervenidos por chatbots beben menos alcohol y consumen más frutas, ayudan a mantener un estilo de vida saludable y controlan mejor el estrés. Proporciona respuestas satisfactorias sobre el cáncer de mama y funciona también como los médicos. Además, pueden concertar citas y proporcionar información médica, pero son débiles en el diagnóstico y la comunicación emocional.

Gardiner et al. (2017), Perski et al. (2019), Felipe et al. (2020), Bibault et al. (2019), Nadarzynski et al. (2019), Palanica et al. (2019).

Una cosa que hay dejar en claro es que los chatbots no usan ninguna técnica de gestión del conocimiento y no piensan en realidad. Interactúan con los humanos con base en respuestas típicas predefinidas por unas bases de respuestas predefinidas. La calidad del chatbot, por lo tanto, está en función de la calidad de su entrenamiento y del acervo de respuestas de sus archivos.

Una definición descarnada de un chatbot podría ser: *Es un Robot de software que interactúa con humanos en línea, recibiendo y enviando texto conversacional.*

Chat Transformador con Entrenamiento Generativo Chat GPT

Chat GPT es el nombre de este chatbot, ha causado furor en el mundo por su increíble capacidad de generar conocimiento único. Fue creado por la empresa Open IA, la cual tomó la radical decisión de ofrecerlo de manera gratuita. El chat tiene ya cuatro versiones, cada una con más capacidad y más perfecta. Fue creado usando una ingente cantidad de textos en internet e imágenes. Impresiona su rapidez y originalidad, así como su capacidad conversacional generando respuestas similares a las que podría escribir un ser humano, piezas irrepetibles de escritura creativa.

Lo que ha diferenciado a este chat es que recibió un entrenamiento intensivo que le permite proporcionar respuestas sofisticadas en comparación con otros chats. Su arquitectura es también muy avanzada ya que usa bloques transformadores y mecanismos de auto referencia, que genera textos de notable calidad. Así mismo su velocidad de respuesta en tiempo real nos hace difícil de creer que no fue hecha por una persona. Las primeras versiones eran sólo en inglés, pero ahora ya se ofrece en 15 idiomas.

Dentro de las ventajas que hacen la diferencia con los otros chats que hemos descrito cabe destacar la alta calidad de sus respuestas.

Resultados de alta calidad: el modelo genera texto que a menudo es difícil de distinguir del texto escrito por un ser humano, debido a su entrenamiento avanzado y arquitectura sofisticada. Su potencial de aplicación se había pensado para la atención de clientes, traducción de idiomas, pero se ha descubierto que puedes ser un creador de textos originales, que ha aprobado examen de selección en universidades de calidad, lo que crea preocupación en la comunidad académica por su capacidad de engañar a los softwares detectores de similitud y plagio racionales.

La figura 20 ilustra una solicitud típica del chat. En ella se hace una pregunta breve: ¿Porque los árboles son verdes?

Las respuestas son también siempre textos. Responde: *“son verdes por un pigmento llamado Cholorophyll el cual es esencial para la fotosíntesis. El Cholorophyll es esencial para la fotosíntesis”... (..).*

Esta pregunta, aunque aparece en la página de OPENIA en español, no es distinta a lo que podría hacer incluso mejor Wikipedia, sin embargo, la diferencia es que puede contestar preguntas sobre temas difíciles que un humano con educación universitaria tendría dificultades en responder tales como ¿Cuál es el sentido de la vida?

La extraordinaria publicidad que ha recibido ha hecho que el sistema colapse en mayo de 2023, y sólo recibe una cantidad máxima de solicitudes y después deja de servir en su versión gratuita.

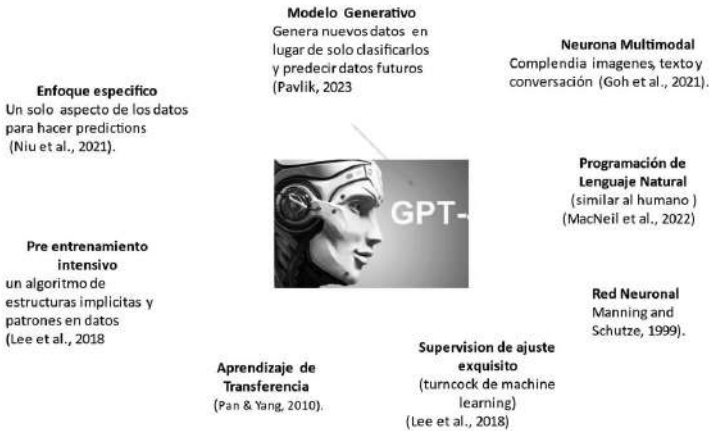
Figura 20
Proceso de consulta al CHAT GPT



Fuente: (OPENAI, 2023)

Desde el punto de vista de su diseño el Chat GPT tiene las siguientes características que lo hacen singular: Enfoque Especifico, Modelo Generativo de datos, Neuronas multimodales que le permite procesar textos, imágenes y conversaciones, Programación en lengua natural que le permite entender con claridad la manera como hablan los humanos y contestar de igual modo, Red neuronal que le permite aprender cada vez más, Supervisión de ajuste exquisito, Aprendizaje de trasferencia, Preentrenamiento intensivo con algoritmos de estructura implícita. La figura 21 ilustra estas características y las fuentes citadas por Lund & Wang (2023) lo describen.

Figura 21 Características de Diseño del Chat GPT



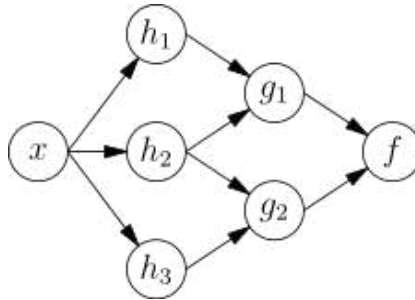
Fuente: (Lund & Wang, 2023)

Redes Neuronales

Las redes neuronales artificiales pretenden imitar las redes neuronales biológicas de los animales con un énfasis en su cerebro. Descritas generalmente con un gran número de entradas que simulan las “neuronas” interconectadas entre sí. El término “red neuronal” ha sido usado en múltiples campos, tales como la estadística, la psicología cognitiva y la inteligencia artificial (Rumelhart & McClelland, 1986). Una red neuronal se considera un sistema complejo porque presenta sus características básicas: no-linealidad, emergencia y adaptación dinámica que generan patrones colectivos.

Las redes neuronales han recurrido a un viejo truco que es muy común en las ciencias naturales. Reducir la realidad a su unidad más básica, en este caso una neurona, la cual se representan mediante flechas que describen relaciones de dependencia entre variables, tal como lo muestra la Figura 22.

Figura 22
Red Neural Dependiente



Fuente: (Rumelhart & McClelland, 1986)

En la actualidad las redes neuronales se usan para detectar patrones, diseñar robots manipuladores. En la industria automotriz permiten simular la proyección de las trayectorias, la estimación de autonomía y en los sistemas de reconocimiento de voz le ordenan a la computadora de los autos premium localizar una dirección, hacer una llamada telefónica o encontrar una gasolinera.

Los teléfonos Iphone permiten el ingreso con reconocimiento facial y la comunicación con Siri o Alexa para darle órdenes de actividades sencillas, tales como apagar las luces, poner música, regular el aire acondicionado. En la gestión del correo electrónico, identificar el spam y los correos maliciosos. En medicina se usan para diagnosticar ciertos tipos de cáncer muy comunes que siguen un patrón de evolución definido tales como el cáncer de pulmón, el de mama o el de próstata (Werbos, 1975).

Modelo matemático de las redes neuronales (Walter Pitts & Warren McCulloch)

Este modelo fue creado en colaboración por un par de científicos cuyos talentos se complementaban. El primero de ellos, Walter Pitts fue uno de esos genios que sólo pueden crecer en un país como Estados Unidos. Este científico americano rompió todos los paradigmas para su época, sobre todo considerando el campo del saber que eligió. Asombrosamente nunca se inscribió formalmente

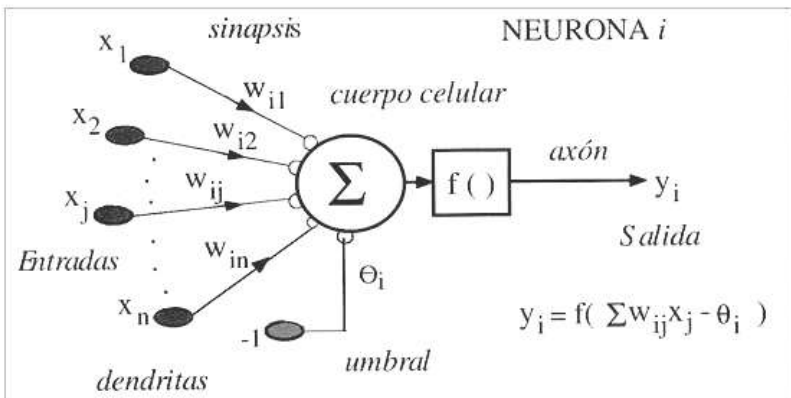
en ninguna universidad ni obtuvo título alguno, sin embargo, su amistad con Warren McCulloch le permitió confraternizar con grandes científicos que vieron en él a un genio. Autoaprendió lógica y matemáticas, leía con fluidez en varios idiomas, incluyendo griego y latín. Con tan sólo 12 años leyó el libro de Newton *Principia Mathematica* en tres días, y escribió un análisis crítico a Bertrand Russell de quién fue estudiante informal. Como había ocurrido con Michael Faraday décadas atrás, la cercanía con los científicos más emblemáticos del mundo le permitió proponer su modelo de redes neuronales que impacto no sólo a las ciencias de la computación, sino incluso a las ciencias sociales tradicionales sentando las bases de las redes neuronales artificiales, la cibernética y la inteligencia artificial. Su modelo caracterizó a una simple neurona, estrategia metodológica que sigue siendo el estándar de los modelos más vanguardistas. El modelo también se llama Neurona de McCulloch-Pitts (McCulloch & Pitts, 1943).

Pitts fue uno de los primeros científicos del siglo XX en integrar en su espectacular inteligencia, las vanguardias de física, química, matemáticas, filosofía y biología, a pesar de no tener título ni de bachiller. Pese a estar en la cumbre de la ciencia de su tiempo nunca aceptó ser Doctor honoris Causa.

Como suele ocurrir con los genios Pitts murió solo y joven, con tan solo 46 años por varices esofágicas asociadas a su consumo inmoderado de alcohol (Kenneth, 1991).

El modelo uni neroniano se muestra en la Figura 23. El modelo tiene tres componentes principales: un conjunto de entradas, unos pesos sinápticos y una regla de propagación. La más común de las cuales es la función de activación que representa tanto la salida de la neurona como el inicio de su activación.

Figura 23
Red Neuronal



Fuente: : (Conceptos básicos sobre redes neuronales, 2015)

Según este modelo las neuronas funcionan como *dispositivos boléanos*. Este enfoque fue criticado por los expertos en biología, sin embargo, explica satisfactoriamente la función lineal representada por la unión que existen en las neuronas llamada sinapsis. Al aumentar la agregación de información representada por la letra Sigma, el sistema se va sofisticando, de manera que con la iteración creciente, representa adecuadamente las funciones no lineales que hacen las neuronas.

Warren McCulloch, el otro coautor del modelo no era un genio como Pitts, pero su alta posición social le permitió una formación transdisciplinaria que le hizo comprender el funcionamiento del cerebro, su actividad nerviosa (1943) y la manera que gestiona las percepciones visuales y auditivas (1947). La modelización matemática del cerebro le permitió crear un programa que simulaba una red finita de neuronas convencionales.

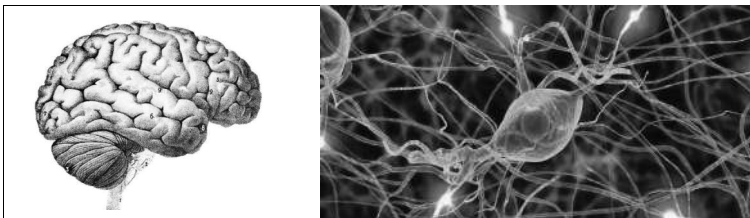
Tuvo la fortuna de conocer a Turing, quién luego de escucharlo, le pareció un charlatán, ya que pese al genio matemático de Turing adolecía de la formación transdisciplinaria y los alcances intelectuales de McCulloch.

McCulloch tuvo la fortuna de tener estudiantes excepcionales, además de Pitts. Maturana, el coautor del concepto de autopoiesis fue también su alumno y con él estudió el sistema visual de las ranas, y descubrieron que su ojo no sólo trasmite imágenes, sino que aporta información organizada e interpretada al cerebro. Stafford Beer, también fue uno de sus estudiantes.

La erudición y los intereses intelectuales de McCulloch le permitieron ver en el jovencísimo Pitts al genio que le ayudaría a desarrollar el modelo. Cuando se conocieron Pitts tenía 18 años y no tenía ni trabajo ni casa, pero sí un cerebro excepcional. A la sazón McCulloch tenía 42 años y desde entonces siempre estuvieron vinculados anímica, intelectual y afectivamente, además que ambos fueron adoradores del dios Baco.

En la Figura 24 se muestra un cerebro humano que ha sido la fuente de inspiración de los estudios de la inteligencia artificial. No deja de ser una arrogancia que los experimentos iniciales de los precursores de las redes neuronales fueron realizados con unas decenas de “neuronas” cuando el cerebro humano tiene unos 100 mil millones de neuronas. Pese a su enorme cantidad son muy frágiles, un derrame cerebral puede matar a 600 mil neuronas en un minuto. Aunque las neuronas mueren todo el tiempo, también las personas adultas pueden regenerar sus neuronas mediante un mecanismo llamado neurogénesis hipocampal. Las únicas personas que no pueden realizar este proceso son aquellas que tienen enfermedades como el Alzheimer.

Figura 24
Cerebro Humano



Fuente: (Sánchez, 2015)

Evolución de las Redes Neuronales

Haciendo un corte hasta los modelos de redes neuronales artificiales aparecidos en la primera década del siglo XXI, según (Ramírez & Chacón, 2011) hay nueve tipos: Redes de resonancia adaptiva, Red neuronal celular, Perceptrón de Frank Rosenblatt, Red neuronal oscilatoria, Red neuronal pulso-acoplada, Red neuronal recurrentes, Redes neuronales probabilísticas, Red neuronal de funciones radiales y los mapas autoorganizados de Kohonen.

De todas estas redes sólo explicaremos el perceptrón de Rosenblatt, las redes de Mapas Autoorganizados (Teuvo Kohonen) y el algoritmo de Kohonen.

El perceptrón (Frank Rosenblatt)

Un Perceptrón, es un dispositivo electrónico que fue construido de acuerdo con los principios biológicos con capacidad de aprender, creado por Frank Rosenblatt en el Laboratorio Cornell, el cual se ilustra en la figura 25. Este aparato es una red neuronal que simula los procesos de pensamiento humano. Al Mark I se le considera el precursor de la inteligencia artificial.

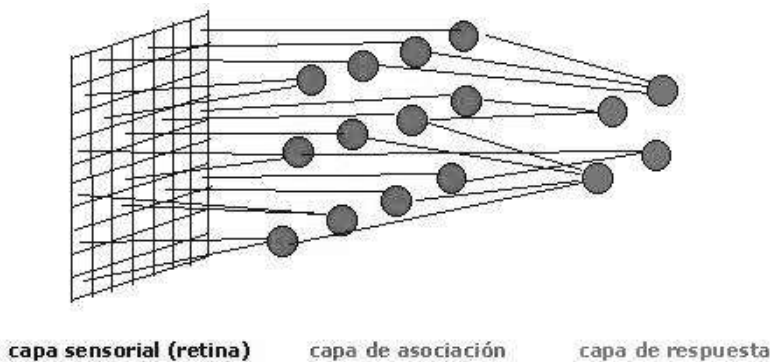
Figura 25
Rosenblatt Inventor del Perceptrón



Fuente: (Rosenblatt's Contributions, 2011)

Rosenblatt fue un crítico del enfoque de McCulloch y Pitts y su uso de la lógica simbólica proponiendo en su lugar “perceptrones”, los cuales podían cambiar sus conexiones cuando las respuestas de la red neuronal fueran incorrectas. En la Figura 26 se ilustra tres capas que se articulan alrededor de un Perceptrón. (Rosenblatt’s Contributions, 2011). Los modelos de inteligencia artificial se basan en esta lógica.

Figura 26
Figura de un Perceptrón



Fuente: Inteligencia Artificial, 2010

Como se ilustra en la Figura 26, un perceptrón está integrado por: capa sensorial, capa de asociación y capa de respuesta. El perceptrón puede utilizarse con otros perceptrones u otro tipo de neurona artificial, para formar redes neuronales más complicadas (Rosenblatt, 1958).

... “la unidad más simple de un modelo biológico y de un perceptrón es una neurona y su modelo matemático más simple de una neurona es un perceptrón. (...) Una neurona sola y aislada no tiene razón de ser. El axón de una neurona que entrega información como “señal de entrada” a una dendrita de otra neurona y así sucesivamente” (Rosenblatt, 1958).

En las redes neuronales más recientes que usan el perceptrón como inspiración, las funciones de activación utilizan algoritmos de aprendizaje.

Finalmente, en los últimos desarrollos de las redes neuronales destacan los que modelan al cerebro, facilitan el aprendizaje profundo. Ejemplos: Baby X en Auckland

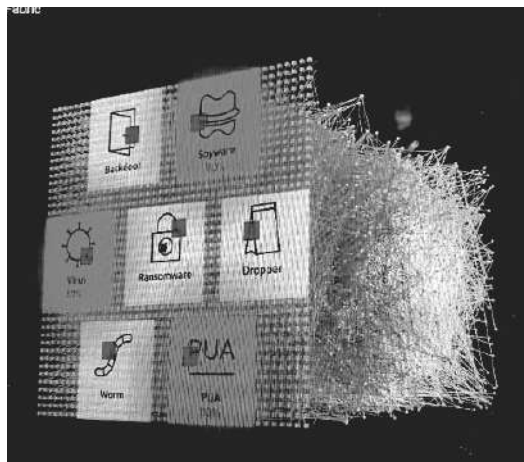
Figura 27
Ejemplo de Aprendizaje Profundo



Seguridad Cibernética Cognitiva

Son sistemas basados en la nube capacitados por datos históricos de amenazas cibernéticas, capaces de mitigar las amenazas cibernéticas en tiempo real. Ver Figura 28.

Figura 28
Instinto profundo



Aplicaciones de la IA en la Administración Pública

Uno de los países que más ha avanzado en Iberoamérica en el tema de la inteligencia artificial es España. Según Vijayalakshmi et al. (2022), existe una Secretaría de Estado de Digitalización en Inteligencia Artificial, en el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, cuya misión es la modernización de las instituciones del Estado español. (Vijayalakshmi, Lourens, & Cotrina-Aliaga, 2022). Otro ejemplo de uso la inteligencia artificial en la pandemia de Covid 19 es su uso en dos grupos de actividades: para la distribución oportunas de productos, su pago importación e integración con sistemas de transporte y otro segundo grupo de actividades para evaluar la sostenibilidad del consumo de energía y las emisiones de carbono de dichos sistemas de transporte. (Maita-Cruz & Flores-Sotelo, 2022).

En trabajos que abordan problemas más acuciantes en países emergentes como es la contratación de empresas y obra pública, (Adobor & Yawson, 2023) describen el uso de IA como parte de un programa de reformas institucionales en el sector público que contribuya a apoyar la lucha contra la corrupción sistémica.

En Finlandia el Ministerio de Finanzas, mediante la Agencia de Supervisión Financiera (Fiva) utilizó un robot y se enfocaron en sustituir trabajos rutinarios, donde los humanos suelen cometer errores, con magníficos resultados (Androniceanu, 2023).

En Dinamarca, que es uno de los países con mayor integración digital por las características de su territorio, se describen experiencias de uso de la IA en los sectores de Seguridad y Salud.

En Francia se utiliza un sistema llamado “*vigilancia profunda*” para identificar patrones de fraude en las declaraciones que minimizan el valor de los bienes ingresados. Existe también un programa llamado TRAFIN para identificar la trata de personas. Así mismo en la Unidad de Lucha contra el Blanqueo de Capitales se usa la IA para identificar financiación del terrorismo.

El Corea del Sur se usa a la IA para asesoramiento fiscal y jurídico, asistencia social, asistencia sanitaria, prevención del delito, así como seguridad aeroportuaria y extinción de incendios. (Adobor & Yawson, 2023).

La figura 29, muestra el estado que guarda la economía y administración digital en los países de la Unión Europea en el año de 2022.

Como se ve son cuatro los elementos de evaluación: Capital humano asociado a la cultura digital de los ciudadanos, Conectividad de la nación, Integración de la tecnología digital, y la cantidad de bienes y servicios públicos del sector público, lo que llamaríamos gobierno digital. Como se aprecia, ningún país tiene un avance completo e incluso en el más avanzado que es Finlandia gracias a su pequeña población altamente educada, el uso de la IA es el más implantado. Los países de mayores brechas son los países de Europa del Este recién integrados, como Rumania y Bulgaria. España aparece dentro del cuartil más avanzado y sorpresivamente una país rico y pequeño como Bélgica está abajo del desempeño promedio.

Figura 29.
Index economía y la cultura digital en la Unión Europea.



Fuente: (Androniceanu, 2023)

Discusión

El uso de la Inteligencia Artificial en sus distintas modalidades avanza a paso de gigante, siendo mayor su desarrollo y adopción en las sociedades altamente conectadas y educadas. El avance en su uso en la Administración Pública ya es una realidad en los países avanzados, sin embargo, va muy por detrás de lo que ocurre en las empresas privadas. El éxito de la adopción de inteligencia artificial está vinculado a la sinergia de 4 fuerzas: Buena conectividad, una cultura de la población en las tecnologías de comunicación e información (TIC), integración de las tecnologías digitales y una política pública sostenida que favorezca la oferta de bienes y servicios públicos mediante el gobierno digital.

El uso de la inteligencia artificial aun en los países más avanzados todavía presenta grandes brechas, por lo cual en los países emergentes su adopción está en fase embrionaria. La enorme dimensión territorial de los países de América Latina y las carencias económicas de sus poblaciones jóvenes y vibrantes, tiene graves deficiencias en conectividad lo cual es el mayor reto a enfrentar.

Referencias

- Adobor, H., & Yawson, R. (2023). The Promise of Artificial Intelligence in Combating Public Corruption in the Emerging Economies: A conceptual Framework. *Science and Public Policy*, 355.370. <https://doi.org/10.1093/scipol/scac068>
- Androniceanu, A. (2023). The new trends of Digital Transformation and Artificial Intelligence in Public Administration. *Administrative Management Public* (40), 147.155. <https://doi.org/10.24818/amp/2023.40-09>
- Apply SCI. (2014). *One Step Closer to "brain-like" Sensory Computing*. <https://applysci.com/one-step-closer-to-brain-like-sensory-computing/>
- Arribas-Fermadez, C. (2019). *Sistemas Neuromórfico*. Tesis de grado: Universidad de Oviedo.

- Barroso, G. (18 de 10 de 2018). *Endometrisis*. https://www.huffingtonpost.es/entry/endometriosis-innovaciones-en-su-tratamiento_es_5c8a8f6ee4b0866ea24d46df.html
- Beaumont, F. (12 de 11 de 1987). Michio Sugeno. *El Pais*. http://elpais.com/diario/1987/11/12/ultima/563670009_850215.html
- Biotecno. (13 de 04 de 2023). *Torre de Laparoscopia*. <https://biotecno.com.bo/collections/unidades-de-negocio-1/products/torre-laparoscopica>
- Callagan Inovations. (18 de 05 de 2017). *New Zeland Innovation Agency*. <https://www.callaghaninnovation.govt.nz/blog/ai-demystified>
- Castillo, O., & Vidal, M. (2012). Cirugía robótica. *Revista Chilena de Cirugía*. 64(1), 88-91. <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=345531952016>
- CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE REDES NEURONALES. (2015). Obtenido de <http://grupo.us.es/gtocom/pid/pid10/RedesNeuronales.htm>
- Cueva-Lovello, J. M. (1998). *Conceptos básicos de procesadores de lenguaje*. *Servitec*. Oviedo: Universidad de Oviedo .
- Dawarka, V., & Bekaro, G. (2022). Building and Evaluating Cloud Robotic systems: A Systematic Review. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 73, 102240. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2021.102240>
- Godoy-Viera, A. (2017). Técnicas de Aprendizaje de Máquina Utilizadas para la Minería de Texto. *Investigación Bibliotecológica*, 3(71), 103-125. <https://doi.org/10.22201/iibi.0187358xp.2017.71.57812>
- González-Muñiz, A. (2018). (2018). *Aplicaciones de técnicas de inteligencia artificial basadas en aprendizaje profundo (deep learning) al análisis y mejora de la eficiencia de procesos industriales*. Tesis de Fin de Master: Universidad de Oviedo.

- HERS Foundation. (13 de 04 de 2023). Obtenido de Histerectomy Educational Resources and Services Foundation. <https://hersfoundation.org/>
- Inteligencia Artificial. (2010). Biografía de Frank Rosenblatt. <http://ia4cm1.blogspot.mx/2010/08/biografia-de-frank-rosenblatt.html>
- Jbabdi, S., Sotiropoulos, S. N., & Haber, S. N. (2015). Measuring macroscopic brain connections in vivo. *Nature neuroscience*, 18(11), 18(1), 1546-1555. <https://www.nature.com/articles/nn.4134>
- Jegundo, A. L., Dantas, C., Quintas, J., & Dutra, J. (2020). Perceived Usefulness, Satisfaction, Ease of Use and Potential of a Virtual Companion to Support the Care Provision for Older Adults. *Technologies*, 8(42). <https://doi.org/10.3390/technologies8030042>
- Kenneth, A. (1991). Conexionismo y la inteligencia artificial: la historia y la interpretación filosófica”, Volumen 4, Número 4, 1992, páginas. *Journal of Experimental e Inteligencia Artificial Teórica*, 4(4), 295-313.
- Li, Y., Díaz, M., Morantes, S., & Dorati, Y. (2018). Vehículos Autónomos: Innovación en la Logística Urbana. *Revista de Iniciación Científica*, 4(1), 34-39. <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v4.1.1864>
- Lund, B. D., & Wang, T. (2023). *Chatting about ChatGPT: how may AI and GPT impact academia and libraries?* Library Hi Tech News. https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/LHTN-01-2023-0009/full/html?casa_token=_KUK48SndBcAAAAA:ESMRk1GPJiQestv5EEaGupR9mByV-U9Bb02v_7wDOUFiUOjDQusxoRTjLIToncRnVms4yTqPEhfpE1nB_ciKgB6wd2XCUKSs4UhiUgk6w3J5axwxWGc
- Luo, B., Lau, R., & Si, Y. W. (2022). A critical review of state-of-the-art chatbot designs and applications. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 12(1), e1434.10.1002/widm.1434

- M., D., Castermans, T., & Petieau, M. (2013). Performance of the Emotiv Epoc headset for P300-based applications. *Biomedical Engineering Online*, 1(12), 1-15.
- Maita-Cruz, Y. M., & Flores-Sotelo, W. C.-A. (2022). Inteligencia Artificial en la Gestión Pública en tiempos de Covid-19. *Revista de Ciencias Sociales*, 18(5), 331-330.
- McCulloch, W., & Pitts, W. (1943). A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity”, *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 5(1), 115-133.
- Mexiquene. (18 de 02 de 2021). *Robot realiza cirugía a una paciente completamente despierta*. <https://radioytmexiquense.mx/index.php/2021/02/18/robot-realiza-cirurgia-a-una-paciente-completamente-despierta/>
- OPENAI. (30 de 04 de 2023). *ChatGPT en Español: Chatbot de OpenA*. <https://www.new-chatgpt.com/es.html>
- Ramírez, J. A., & Chacón, M. (2011). Redes neuronales artificiales para el procesamiento de imágenes, una revisión de la última década. *Revista de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Computación*, 9(11), 7-16. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/50547298/art2vf_redes_neuronales_artificiales_para_el_procesamiento_de_imagenes-una_revision_de_la_ultima_decada-libre.pdf?1480124059=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DRedes_neuronales_artificiales_pa
- Revista de Robots. (14 de 10 de 2021). Obtenido de ¿Qué es el robot Da Vinci? Partes y operaciones de cirugía robótica que realiza. <https://revistaderobots.com/robots-y-robotica/robot-da-vinci-la-revolucion-quirurgica/?cn-reloaded=1>
- Rosenblatt, F. (1958). The perceptron: A probabilistic model for information storage and organization in the brain. *Psychological Review*, 65(3), 386-408.

- Rosenblatt's Contributions. (2011). *Rosenblatt's Contributions*. <http://csis.pace.edu/~ctappert/srd2011/rosenblatt-contributions.htm>
- Rouhiainen, I. (2018). *Inteligencia artificial*. Madrid: Alienta Editorial.
- Rumelhart, D. E., & McClelland, J. (1986). *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition*. Cambridge: MIT.
- Sánchez, C. (24 de 03 de 2015). Un genio vagabundo amante de la lógica, el padre incomprendido de la cibernética. *El diario.es*. http://www.eldiario.es/hojaderouter/ciencia/Walter_Pitts-McCulloch-pioneros-cibernetica-inteligencia_artificial_0_367814000.html
- Schaeffer, J., & Aske, P. (1997). Kasparov versus Deep Blue: The re-match. *ICCA Journal*, 20(2), 95-101.
- Stringfield, S., Parry, L. A., Eisenstein, S. G., & Horgan, S. N. (2022). Experience with 10 years of a robotic surgery program at an Academic Medical Center. *Surgery Endoscopy*, 3(6), 1950-1960.
- Toro, V. (31 de 07 de 2020). Robots Cirujanos: un avance imparable a pesar de las controversias. *El País*. Obtenido de <https://elpais.com/salud-y-bienestar/2022-08-01/robots-cirujanos-un-avance-imparable-a-pegar-de-las-controversias.html>
- Vijayalakshmi, N. S., Lourens, M. E., & Cotrina-Aliaga, M. E. (2022). The Role of Internet of Things to improve overall recruitment and manpower management System of an organization. *International Journal of Mechanical Engineering*, 7(1), 54-67.
- Werbos, P. J. (1975). *Beyond Regression: New Tools for Prediction and Analysis in the Behavioral Sciences*. Boston: MIT.

- Zhang, J., Yin, Z., Chen, P., & Nichele, S. (2020). Emotion Recognition Using Multi-Modal Data and Machine Learning Techniques: A Tutorial and Review. *Information Fusion* (59), 103-126. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2020.01.011>
- Zhang, R., Li, T., Lin, L., & Wei, Y. (2022). The Evidence Behind Robot-Assisted Abdominopelvic Surgery. *Annals of Internal Medicine*, 175(3), W22. *17(3)*, W22. <https://doi.org/10.7326/L21-0781>

El Gobierno Impulsado por la Inteligencia Artificial: Cómo el Aprendizaje Automático puede Cambiar el Rostro de la Administración Pública.

Jesús Chávez Argüelles*

Resumen: El propósito es describir las innovaciones tecnológicas en el ámbito de la Inteligencia Artificial, así como su aplicación en la administración pública. El contenido está dividido en un contexto histórico, la ejecución por su tipología: Fiscal, Transporte, Social, Salud, Educación y Seguridad, así como demostraciones de los diferentes productos y sus casos de uso.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Aprendizaje de Máquina, Aprendizaje Profundo, Inteligencia Artificial Generativa, Generación Aumentada de Recuperación.

The AI-Powered Government: How Machine Learning can Change the Face of Public Management.

Abstract: The purpose is to describe the technology innovations in the Artificial Intelligence field, whereas their application in public management. The following article is divided into 3 sections: historical context, execution summary: Tax, Transportation, Social, Health, Education and Security, as well as demonstrations of the different products and their use cases.

Keywords: Artificial Intelligence, Machine Learning, Deep Learning, Generative Artificial Intelligence, Retrieval Augmented Generation.

* Es Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica por el Instituto Politécnico Nacional, con Maestría en Inteligencia Artificial y Deep Learning por la Universidad de Alcalá. Actualmente trabaja como Ingeniero especialista en Inteligencia Artificial para GOOGLE en la región Noroeste de Estados Unidos y Nueva York.

Fecha de recepción del artículo: 27 septiembre 2023

Fecha de aceptación: 28 octubre 2023

Introducción

En el año 2023 la inteligencia artificial (IA) alcanzó un nuevo hito con el desarrollo de un algoritmo capaz de generar contenido de forma autónoma. Este avance tecnológico tiene el potencial de transformar la forma en que consumimos y producimos información, con un impacto significativo en la sociedad.

El algoritmo fue basado en un documento liberado por un equipo de inteligencia artificial llamado Google Brain, del cual se desprenden varios modelos, sin embargo, el que tuvo mayor impacto fue el desarrollado por Open AI; una organización sin fines de lucro creada por la participación financiera de Elon Musk y Sam Altman, con la intención de democratizar la inteligencia artificial. El producto resultó ser tan bueno que los inversionistas decidieron monetizarlo, y después acelerarlo gracias a la participación de empresas como Microsoft, la cual invertirá 10 mil millones de dólares.

En la actualidad vivimos un punto de inflexión, para entenderlo y adaptarse a la revolución tecnológica de los años subsecuentes, es importante comprender la historia de la inteligencia artificial.

Con el paso de los años surgieron varios métodos para la resolución de problemas. Desde la programación básica para obtener un resultado, hasta el empleo de algoritmos matemáticos basados en la probabilidad y la estadística.

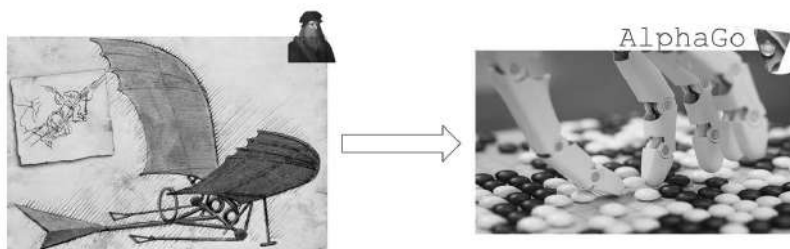
El campo de la inteligencia artificial fue evolucionando hasta el punto en el que la programación y las matemáticas se unieron para crear algoritmos más complejos.

Históricamente los seres humanos han intentado replicar a través de elementos orgánicos hallados en la naturaleza un mundo mecánico. Durante el renacimiento, Leonardo da Vinci diseñó en papel una aeronave bajo el mismo principio de vuelo de las aves, muchos años más tarde los hermanos Wright inventaron y construyeron el primer vuelo en aeroplano exitoso operado por un motor.

El ser humano en su afán por encontrar formas de entender patrones en la información descubre en 1957 y gracias al psicólogo Frank Rosenblatt el primer método de entrenamiento imitando a una neurona la cual consistía en una multiplicación básica matricial que comparaba resultados con datos reales y que a través de iteraciones ayudaría a disminuir el error. El concepto de redes neuronales avanzó con el paso del tiempo, surgieron nuevas formas algorítmicas que apoyaron al proceso de predicción. Años más tarde, y gracias al descubrimiento de las redes neuronales artificiales, en marzo del 2016 AlphaGo derrotaba al campeón mundial en el juego de mesa llamado Go en donde dos adversarios luchan con el objetivo de controlar el mayor territorio posible.

La figura 1 ilustra algunos descubrimientos desarrollados con la intención de imitar la naturaleza; del lado izquierdo Leonardo da Vinci con la ilusión de imitar el vuelo de las aves, del lado derecho AlphaGo imitando el funcionamiento de las redes neuronales para derrotar al campeón mundial en el juego Go.

Figura 1. Descubrimientos



Fuente: Fuente propia con imágenes de <https://www.leonardodavinci.net/> y <https://qbi.uq.edu.au/>

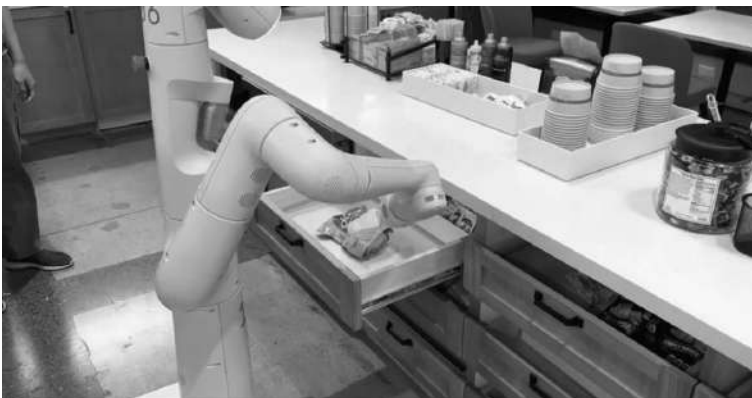
En la actualidad los brazos robóticos tradicionales, como los encontrados en la industria automotriz, no cuentan con una IA integrada, estos ejecutan tareas programadas repetitivas de precisión durante el ensamblaje sin ningún método de retroalimentación. Algunas empresas encargadas del estudio de la robótica han trabajado en diferentes formas de mejorarla.

El área de desarrollo de Alphabet llamada Google X experimentaba con brazos robóticos en el 2018 para aplicarlo en tareas simples como depositar objetos en una canasta, pasaron varios meses para que los robots pudieran detectar la forma del objeto y así colocarlo dentro de la canasta. La primera ocasión en la que el brazo robótico tomó un objeto, el CEO de la división Mo Gawdat expresaba que había sido el resultado de la casualidad; *“si repites miles de veces la misma acción para tomar un objeto, en algún punto y de manera impredecible lo tomará”*, pero se demostró que a través de las redes neuronales artificiales el robot podrá aprender y mejorar en el trayecto.

Años más tarde se desarrollaría un modelo generativo que ayudaría en tareas más complejas en el área de la robótica, un ejemplo fue un robot capaz de ejecutar tareas de recolección en gabinetes cerrados dentro de una cocina, dichos modelos utilizarían la retroalimentación y la interpretación de objetos, formas, marcas, colores e incluso obstáculos. La IA generativa sólo es una parte dentro los procesos de aprendizaje de máquina de sus siglas en inglés Machine Learning.

La figura 2 ilustra el proceso en el que un robot y la IA generativa se suman para realizar tareas complejas en una cocina en las instalaciones de Google.

Figura 2. Procesos para realizar tareas



Fuente: Fuente: PaLM-E: An Embodied Multimodal Language Model, liga: <https://palm-e.github.io/>

La figura 3 ilustra el mismo proceso con una tarea diferente: la clasificación de objetos de acuerdo con el color.

Figura 3. Proceso con tarea diferente



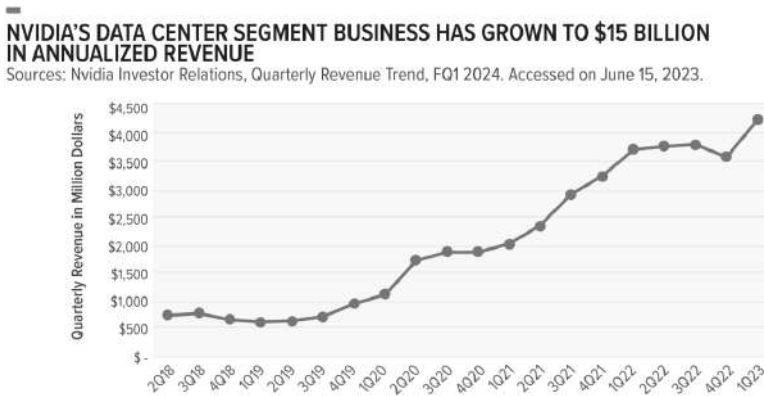
Fuente: PaLM-E: An Embodied Multimodal Language Model, liga: <https://palm-e.github.io/>

Los fundamentos de los modelos generativos, así como el aprendizaje de máquina se describen como un arreglo de redes neuronales artificiales que durante su entrenamiento buscan patrones dentro de un conjunto de datos. La única diferencia con la IA generativa es que ésta emplea un conjunto de datos masivo.

Existen varias etapas en el proceso, como la participación de un grupo de personas para su evaluación. Sin embargo, este tipo de tecnologías tiene algunas limitaciones, una de ellas es física ya que los modelos requieren de aceleradores gráficos generalmente utilizados en videojuegos, diseño y animación digital. La demanda de los productos ha comenzado a generar escasez, la mayoría de los consumidores recurren a las compañías grandes las cuales cuentan con una infraestructura robusta. El problema es que la mayor parte de las compañías e instituciones utiliza dicha infraestructura para realizar experimentos y sólo un 20% de los usuarios lo usan en producción, dejando al resto como una gran burbuja de incertidumbre. La otra limitante es conceptual; *“no todo puede ser resuelto con IA generativa”*.

La figura 4 muestra la gráfica de ganancias para la empresa con el mercado más grande de aceleradores gráficos: NVIDIA.

Figura 4. Gráfica de ganancias para NVIDIA

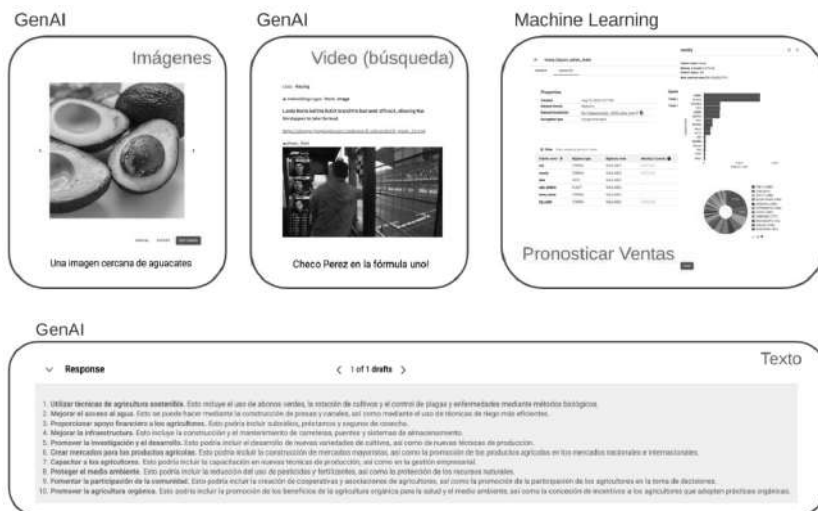


Fuente: Artificial Intelligence Opens a Generational Opportunity for Chipmakers “Global X”, liga: <https://www.globalxetfs.com/artificial-intelligence-opens-a-generational-opportunity-for-chipmakers/>

Los modelos de IA generativa son muy eficientes bajo el concepto de lenguaje natural; pueden crear cualquier tipo de texto, imágenes, videos y música. Por sí misma no cubre todos los campos de estudio. Por ejemplo, la predicción en la bolsa depende de variables y factores no medibles a través de este tipo de modelos, para resolver este tipo de incógnitas es más eficiente un modelo de aprendizaje de máquina. Las empresas e instituciones exploran diferentes alcances y soluciones para después consolidar los conceptos y una gran mayoría terminan utilizando una combinación de modelos.

La figura 5 muestra ejemplos de las definiciones descritas anteriormente; la IA generativa y el aprendizaje de máquina.

Figura 5. Ejemplos de IA generativa y el aprendizaje de máquina.



Fuente: Captura de pantalla dentro de la consola de Google Cloud.

El aprendizaje automático es una técnica de inteligencia artificial que permite que las máquinas aprendan a partir de datos sin ser explícitamente programadas para ello. Este aprendizaje se produce a través de un proceso de entrenamiento, en el que la máquina es expuesta a un conjunto de datos etiquetados, es decir, datos que ya han sido clasificados.

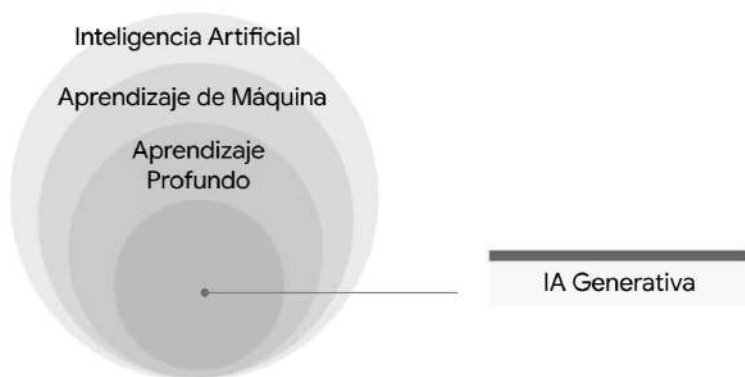
La analogía del chef es una forma sencilla de entender el principio básico del aprendizaje automático. El chef, al igual que la máquina, aprende a preparar un platillo a partir de la experiencia. En sus primeros años, el chef experimenta con diferentes cantidades de ingredientes y temperaturas hasta encontrar la receta perfecta. De la misma forma, la máquina aprende a identificar patrones en los datos a partir de la experiencia.

Para Mo Gawdat fue simple tomar y perfeccionar un algoritmo matemático que ejecutara la misma tarea día y noche y que se perfecciona a sí misma. Sin embargo, para el mundo de la IA fue un progreso tecnológico sin precedentes y que revolucionará la vida de las personas.

La figura 6 explica las diferentes áreas de la inteligencia artificial:

- La IA como algoritmo que imita la inteligencia humana para resolver problemas.
- El aprendizaje de máquina “ML” que se encarga de sintetizar y analizar datos.
- Aprendizaje profundo, “Deep learning”, como método de predicción utilizando redes neuronales complejas.
- La IA Generativa es un segmento dentro del aprendizaje profundo.

Figura 6. Diferentes áreas de la IA



Fuente: Propia

Este artículo fue diseñado con ejercicios utilizando la inteligencia artificial para demostrar el marco teórico, son sólo algunos ejemplos de centenas de aplicaciones.

Contexto

Existen varios casos de uso para la inteligencia artificial generativa, en donde el objetivo principal de las compañías es generar más ganancias, esto se debe a que las tecnologías emergentes tienden a ser adoptadas por compañías privadas que estén dispuestas a pagar el riesgo, en cambio para las instituciones gubernamentales o aquellas organizaciones sin fines de lucro se vuelve complicado por varias razones:

1. Las normas y leyes se establecieron hace muchos años, y el proceso para modificarlas o agregarles anexos es muy lento. Esto puede ser un problema, ya que el mundo está cambiando constantemente y las leyes deben adaptarse a los nuevos desafíos.
2. No existe un conocimiento tecnológico mínimo para impulsar los cambios.
3. El porcentaje de cambio inesperado para las tecnologías de la información es muy amplio, es decir, es altamente probable que para el 2024 tengamos ya sea una evolución de los modelos de IA generativos “ChatGPT” o una tecnología completamente nueva y distinta, “los gobiernos no siempre funcionan bien bajo cambios inesperados”.
4. Cuando existe un nivel de riesgo elevado es muy fácil dejar pasar dichas tecnologías y trabajar con lo que ya se tiene.

“Y sin embargo, existe una solución para todos los problemas.”

Capacidad de Adopción

Las tecnologías emergentes han evolucionado de tal manera que su tiempo de adopción es muy bajo, por ejemplo, los nuevos modelos generativos de IA como ChatGPT y Bard trabajan bajo el concepto de APIs “Interfaz de Programación de Aplicaciones”, que es un método de acceso fácil y seguro en donde alguien más se encargó por la infraestructura y todo lo que hay detrás como:

- La capacidad de procesamiento.
- El almacenamiento.

- Las bases de datos.
- Redes y seguridad.
- Los sistemas operativos, software y middleware.
- Instalaciones físicas; electricidad, enfriamiento, administración y vigilancia, entre muchos otros

En conclusión, sólo se necesita un par de líneas de código para utilizar estas tecnologías emergentes, por lo que se consideran “desechables”, algo que puede ser ampliamente aprovechado por las instituciones gubernamentales.

El siguiente apartado está orientado a la descripción de la aplicación de la inteligencia artificial para cubrir ciertas necesidades disminuyendo las carencias tecnológicas y mejorando los procesos de resolución de problemas.

La Inteligencia Artificial y el Gobierno

La IA puede ayudar a las instituciones a hacer más con menos. Puede automatizar tareas tediosas y repetitivas, liberar a los empleados para que se concentren en tareas más complejas y creativas, y mejorar la toma de decisiones. En conjunto con la explotación de datos, la IA puede ayudar al gobierno mexicano a la creación de ciudades más inteligentes, en algunos de los estados en México.

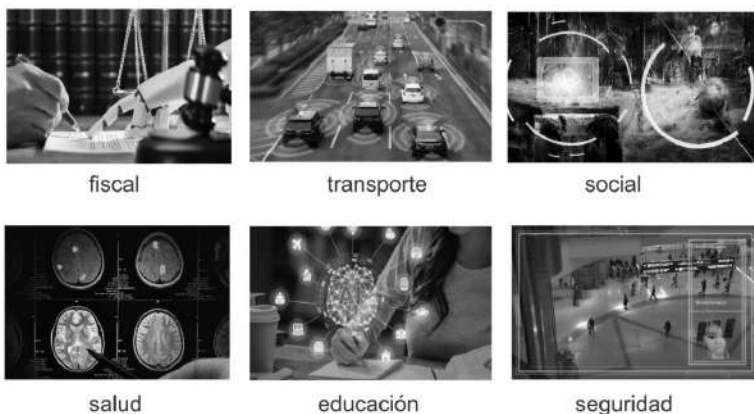
México y Brasil concentran cerca del 95% de las patentes de inteligencia artificial en la región, por eso es importante su participación en Latinoamérica para que otros países puedan adoptarla y no se queden atrás. Algunos estados y localidades se encuentran más avanzados en su aplicación, Guanajuato y Toluca son dos de las localidades con programas más avanzados en la implementación de la IA aplicándola en seguridad.

Aplicaciones de la IA en el sector público:

La siguiente lista incluye solo algunos de los casos de uso más comunes en el gobierno.

La figura 7 muestra las áreas de interés en el gobierno para la aplicación de la IA.

Figura 7. Las áreas de interés en el gobierno para la aplicación de la IA.



Fuente: Google Imágenes.

1. **Fiscal:** Optimizar la recaudación de impuestos, detectar el fraude fiscal y asignar los recursos de manera más eficiente.
2. **Transporte y vías de comunicación:** Ayudar a mejorar la planificación del transporte público, optimizar las rutas y prevenir los accidentes y eliminar el tráfico.
3. **Social:** Identificar las necesidades sociales y económicas, desarrollar planes de proyectos sólidos y su ejecución de manera segura y eficiente.
4. **Salud:** Mejorar la prevención y el tratamiento de enfermedades, agilizar el proceso de diagnóstico, reducir los costos sanitarios, generar cadenas sintéticas de ADN para la creación de medicamentos a base de proteínas.
5. **Educación:** Personalizar la educación, mejorar el rendimiento de los estudiantes y reducir el fracaso escolar.

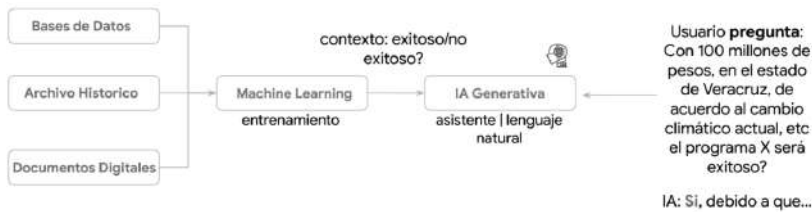
6. **Seguridad:** Crear mecanismos que mejoren la seguridad del país y atacar los problemas de seguridad más importantes como el crimen organizado, tráfico de drogas, secuestro, extorsión, así como los que tienen una menor prioridad como la seguridad migratoria y aduanera.

Estas son sólo las aristas gubernamentales de las cuales se bifurcan los demás casos de uso, mismos que se reproducen a la velocidad de las conexiones sinápticas del cerebro humano.

Para que una respuesta a una interrogante en un campo específico sea de calidad, debe cumplir los siguientes criterios: Tener un contexto sólido; una base de datos o conjunto de bases, archivos históricos o documentos que avalen la veracidad de la información, y el uso e integración de diferentes algoritmos. La solución no sólo debe ser precisa y de calidad sino también tiene que ser capaz de explicar el cómo llegó a dichas conclusiones.

La figura 8 muestra el flujo de los componentes necesarios para tener una respuesta más enriquecida a través de la unión del aprendizaje de máquina con la IA generativa.

Figura 8. Flujo de componentes para respuesta enriquecida



Fuente: Propia.

Cómo Emplear la Inteligencia Artificial en México Social

Programas sociales en zonas rurales:

Gracias a la inteligencia artificial generativa podemos ampliar en el gobierno el espectro de recomendaciones ya sea para crear nuevos programas sociales que aporten en el cultivo de la tierra y fortalezcan la producción de alimentos y en consecuencia mejoren la economía de las personas en áreas rurales, o para mejorar programas sociales existentes como por ejemplo “sembrando vida”. Uno de los beneficios de dicho programa es proveer insumos y herramientas que favorezcan al cultivo en base a la experiencia de las áreas consultivas.

Dado que la IA generativa se entrenó con una cantidad masiva de datos, puede realizar recomendaciones acerca de las herramientas y los insumos necesarios para el cultivo dependiendo muchos factores como las condiciones climáticas.

El siguiente ejemplo es sólo una muestra de lo que es posible. Hay muchas otras formas de abordar el problema, dependiendo de los recursos y las prioridades disponibles.

Ejemplo:

- Usuario:

Eres un consultor con mucha experiencia en el área rural, crea una recomendación acerca de las herramientas e insumos que necesitas para cosechar algún producto dependiendo de la siguiente zona geográfica:

Veracruz

Tu respuesta deberá ser una lista de los 4 posibles productos que puedas cosechar en la zona señalada.

- IA:

Claro que sí, aquí hay una lista de los 4 posibles productos que se pueden cosechar en Veracruz, junto con las herramientas e insumos necesarios para la cosecha:

Caña de azúcar

Herramienta: Azadón

Insumo: Fertilizante

Naranja

Herramienta: Podadora

Insumo: Fertilizante

Limón

Herramienta: Podadora

Insumo: Fertilizante

Piña

Herramienta: Cuchillo

Insumo: Fertilizante

Esta lista no es exhaustiva, y hay muchos otros productos que se pueden cosechar en Veracruz. Las herramientas e insumos específicos que se necesitan para la cosecha dependerán del producto específico que se esté cosechando.

Aquí hay algunos consejos adicionales para la cosecha de productos en Veracruz:

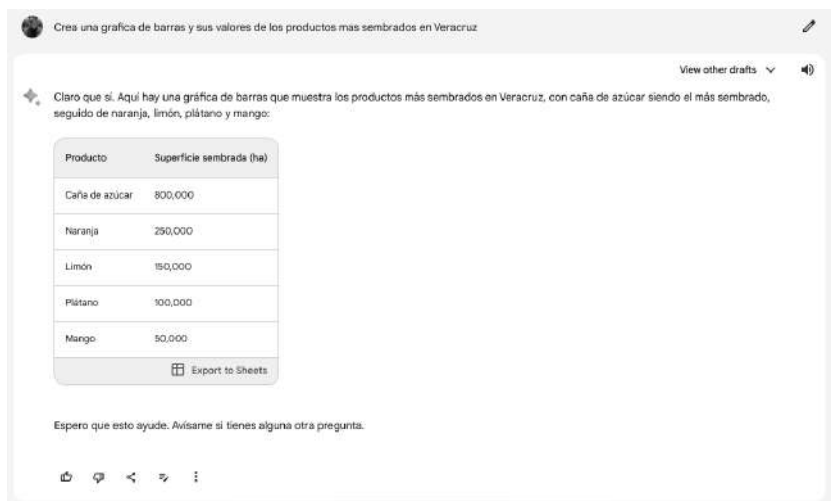
Recolecta los productos cuando estén maduros.

Usa herramientas limpias para evitar la propagación de enfermedades.

Almacena los productos en un lugar fresco y seco.

Consume los productos frescos o consúmelos rápidamente.

Lo interesante es que el modelo puede ser ligeramente entrenado, con datos duros dependiendo a la información existente del lugar y la experiencia de las personas que trabajan en la siembra, y ayudar a crear un modelo lo suficientemente inteligente para dar recomendaciones acertadas. Adicionalmente, el modelo es generativo así que puede hacer recomendaciones acerca de productos que no existen y crear escenarios hipotéticos para entender el origen de sus recomendaciones.

Figura 8. Ejemplo**- Usuario:**

Que otro producto además de la caña de azúcar, naranja, limón, plátano y mango cultivarías en Veracruz, basa tus respuestas en las condiciones geográficas, terreno y clima.

- IA:

Además de la caña de azúcar, naranja, limón, plátano y mango, hay otros productos que se pueden cultivar en Veracruz, como la papaya, el aguacate, el coco, el café y el cacao. Estos productos son todos muy populares en el mercado local, y existe una gran demanda de ellos. Por lo tanto, sembrar cualquiera de estos productos podría ser una buena oportunidad de negocio para los agricultores de Veracruz.

Las condiciones geográficas, el suelo y el clima de Veracruz son ideales para el cultivo de una variedad de frutas y verduras. El estado tiene un clima tropical húmedo, con temperaturas promedio de 25 a 30 grados centígrados y una precipitación anual de 1,000 a 2,000 milímetros. El suelo de Veracruz es rico y fértil, y está compuesto principalmente de arcilla, arena y limo.

Estos son algunos de los productos que se pueden cultivar en Veracruz, basados en las condiciones geográficas, el suelo y el clima:

| | | | | |
|--------|----------|---------|-------|-------|
| Papaya | Aguacate | Coco | Café | Cacao |
| Banano | Mango | Naranja | Limón | Piña |

El modelo podría no ser perfecto y carecer de ciertos aspectos, pero es un punto de partida para la creación de nuevas ideas. Además, utilizando mecanismos de contextualización como la conexión a internet, o a una base de datos robusta podríamos mejorar la precisión de la respuesta.

Si hiciéramos un análisis crítico de lo que está ocurriendo en este estado encontraríamos que existe una disminución del cultivo a raíz de diferentes factores, uno de los principales es el cambio climático; al generar sequía existe una amplia probabilidad de producir plagas y enfermedades. Otro de los factores es la deforestación lo cual perjudica directamente al ecosistema. La siguiente es la pobreza en la que viven las familias encargadas de los cultivos. En conclusión, es sumamente importante que el modelo tenga el contexto necesario para ofrecer una respuesta real, debe tener la capacidad de entender el entorno y asegurarse que los nuevos programas sociales creados puedan ser propicios para mejorar las condiciones en las que viven dichas familias y acelerar la producción y disminuir los problemas que afectan directamente al producto.

Seguridad

Uno de los campos con mayor interés en el gobierno es su seguridad, cada país, localidad, municipio es distinto, estos tienen sus prácticas que dependen del entorno social, existen muchas variables dentro del tema de seguridad, la estructura del gobierno actual está diseñada para cubrir necesidades de acuerdo con su historia, experiencia y a la percepción de los individuos detrás de dicha estructura. Haciendo una clasificación simple de los requerimientos más importantes a cubrir dentro del ámbito de la seguridad nos encontraríamos con 4 verticales:

1. **Delincuencia organizada**, es uno de los elementos que tiene mayor repercusión a nivel nacional, constituye negocios multimillonarios que tienen varias capas y productos de interés como la droga, el petróleo, la extracción de minerales, servicios básicos como el agua y cualquier elemento que genere un impacto social considerable. En la actualidad existen muchos mecanismos de defensa, planes complejos para la captura de células, inclusive programas detallados para intentar contrarrestar este tipo de negocios. Aunque las herramientas pueden ser limitadas porque atentan contra la privacidad de las personas, es posible crear un escenario donde se utilice la información en masa en vez de que sea dirigida. Los siguientes ejemplos, son sólo ideas, la implementación requiere de un plan de trabajo detallado. La tecnología se puede utilizar de diferentes maneras, la más básica es utilizar todos los elementos físicos de alrededor como por ejemplo, sensores de movimiento en lugares estratégicos, videovigilancia con tecnologías de reconocimiento facial, detección de movimiento por medio de redes celulares del vocablo en inglés *beacons*, cruce de información con sistema de pagos, transcripción de llamadas telefónicas y detectar patrones de comportamiento en las voces, el empleo de las redes sociales a través de grafos de información.

2. **Robo y asalto**, a través de los datos es posible crear una solución que pueda identificar las zonas con mayor riesgo de la ciudad, históricamente se cuenta con un mapa en el cual se encuentran señaladas las zonas con mayor riesgo creado con datos históricos en los últimos años, sin embargo la inteligencia artificial podría ayudar a crear correlaciones de eventos de dichos datos y así poder predecir las zonas en donde incrementará el riesgo de ser asaltado, a través del aprendizaje de máquina es posible encontrar una correlación de datos y poder predecir si en alguna zona identificada incrementará o disminuirá el riesgo.

3. **La extorsión**, aunque es uno de los delitos con menor riesgo físico y mental, es uno de los fenómenos más recurrentes a nivel mundial. Existen diferentes tipos de extorsión desde el más sencillo; una llamada telefónica haciéndose pasar por un familiar, hasta los sistemas más complejos en donde expertos cibernéticos roban la información a cambio de un pago. Existen varias medidas y recomendaciones para evitar que este tipo de situaciones

sucedan, sin embargo, existen muchas compañías que crearon soluciones basadas en inteligencia artificial, para detectar posibles fraudes a tiempo, el sistema de los bancos y las tarjetas de crédito es un sistema robusto infalible, que es un servicio ofrecido de manera gratuita por dichas instituciones. Hoy en día las empresas trabajan en mecanismos más fiables basados en modelos grandes. Por ejemplo, el uso de un controlador de flujo derivado ya sea de una cadena de correos o mensaje de texto que en tiempo real pueda señalar si el mensaje es fraudulento o no lo es, detectar falsos positivos en una cadena de correos es menos relevante que saber si una persona tiene una enfermedad terminal. En el caso del gobierno es de suma importancia que todos los funcionarios públicos tengan acceso a dicha protección y contar con mecanismos de defensa en caso de que la extorsión ocurra.

4. **Seguridad Fronteriza:** El tener la capacidad de detectar posibles amenazas en cada uno de los puntos de la frontera es crucial y necesario para cualquier gobierno, y no sólo su poder de detección sino también utilizar tecnologías que nos permitan agilizar el tráfico en dichas fronteras, la forma de verlo en cada país es muy distinta ya que cada uno tiene reglas locales diferentes, aunque existen diferentes mecanismos enlistados a continuación para agilizarlos.

Existe un elemento que nos da acceso a la información y que nos ayuda a cubrir varias necesidades en cada una de esas verticales, dicho elemento es el sistema de vigilancia a través de sus cámaras.

La inteligencia artificial aplicada a las imágenes ha evolucionado, gracias a la creación de modelos entrenados con redes neuronales grandes y complejas y que discriminan ciertos elementos para agilizar el proceso de entrenamiento. Una de las aplicaciones es el reconocimiento facial, la cual es una solución que aporta muchos beneficios en las diferentes verticales de interés dentro de los institutos de seguridad.

El estudio del reconocimiento facial tiene más de 50 años, en sus orígenes los fundamentos eran la programación dejando a un lado el aprendizaje de máquina. Una persona se encargaba de calcular a mano la distancia entre las diferentes regiones y órganos de la cara, esta información

se almacenaba en una base de datos y posteriormente se utilizaba como dato de referencia para ser comparada con otras imágenes. Durante el transcurso de los años los métodos se fueron transformando significativamente. Los nuevos algoritmos, como los biométricos, las redes neuronales y el aprendizaje de máquina ayudaron a crear una solución con la capacidad de capturar elementos de manera más detallada, utilizando 3 dimensiones y con una precisión mucho mayor a las tecnologías predecesoras. Como resultado, la capacidad de detección ha aumentado cuatro veces desde 2014. En la actualidad los modelos son tan robustos que pueden detectar no sólo objetos y texto dentro de las imágenes o videos, sino también acciones y entender el contexto, lo cual fortalece la creación de información precisa para el análisis en los centros de inteligencia dentro del país. Algunos países alrededor del mundo han adoptado el reconocimiento facial históricamente para diferentes casos de uso principalmente orientado a la seguridad nacional. El caso más actual es el realizado por Estados Unidos en fronteras y aeropuertos donde utilizan un sistema de reconocimiento en 3 dimensiones que realiza un mapeo de la forma de la cara, expresiones, color de la piel, textura, tipo de nariz, color de ojos, para poder cruzar información con documentos de identidad como el pasaporte o alguna identificación oficial dentro del país y así agilizar el proceso de seguridad dentro de los aeropuertos. El objetivo principal de esta iniciativa es agilizar el proceso de registro y acceso de las personas, así como detectar brechas de seguridad y ayudar a encontrar fácilmente personas buscadas por las autoridades.

Las cámaras de vigilancia son una herramienta indispensable para la seguridad pública en México. En las ciudades más importantes del país, se encuentran instaladas en puntos estratégicos para monitorear el tráfico, la actividad delictiva y agilizar las emergencias. La señal de estas cámaras es transmitida y concentrada en unas instalaciones o centros de control, comando, cómputo y comunicaciones (C2, C4 y C5). El personal capacitado se encarga de monitorear las imágenes en tiempo real y responder ante cualquier eventualidad. En algunos estados de la república como Guanajuato un gran número de cámaras han sido equipadas con inteligencia artificial para detectar objetos, placas de vehículos, generación de metadatos y hasta el reconocimiento facial, estas nuevas

características de los dispositivos de seguridad, aceleraría el proceso de vigilancia.

Los nuevos modelos de inteligencia artificial representan un avance sin precedentes, ya que permitirían a las instituciones poder detectar no sólo objetos sino también acciones, por ejemplo, la cámara podría detectar a una persona que esté siendo asaltada o agredida y emitir un mensaje de alerta a las autoridades más cercanas y así mejorar los tiempos de respuesta ante emergencias. Los cuadros por segundo o imágenes de los videos crearían una representación numérica en un espacio vectorial similar al creado para el texto, a esta representación espacial se le llama multimodal porque permite tener cualquier tipo de archivo como elemento de entrada.

Modelos como Asistentes Personalizados

El acceso a los datos que contienen una mayor variedad y un gran volumen o datos masivos del inglés Big Data, impulsó el análisis de datos convirtiéndolo en una herramienta medular en varias áreas de interés dentro de la iniciativa privada y para el gobierno. Dentro de las responsabilidades de un experto en el análisis de datos se encuentran: la extracción de la información y trabajar con diferentes tipos de datos estructurados y no estructurados, su transformación y limpieza, así como la agregación y el cruce de información y al final la síntesis. Para adquirir los conocimientos necesarios y volverse experto en el ámbito se necesitan muchos años de experiencia, así como de conocimientos adquiridos durante la educación académica. Los nuevos modelos son capaces de reproducir los comandos necesarios de una serie de instrucciones simples en español dictadas por cualquier usuario, por ejemplo.

La información presentada a continuación se encuentra respaldada por la página del gobierno de México, son datos abiertos de incidencia delictiva, lo siguiente es un ejemplo sencillo que muestra las capacidades de los nuevos modelos de IA.

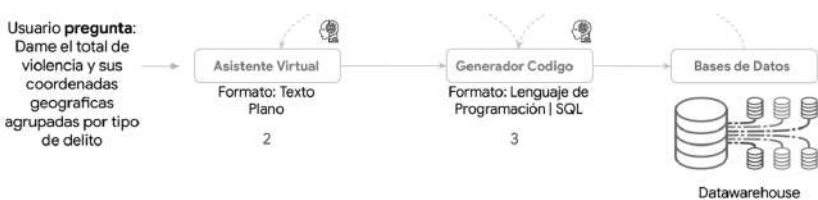
Existe una etapa en el análisis de datos exploratoria y experimental, por lo regular la primera pregunta de cualquier experto en el área sería en el entorno de la agrupación de datos, una pregunta simple sería “De la

tabla de índice delictivo en México necesito el acumulado de violencia por tipo de delito y sus coordenadas geográficas”. El realizar este tipo de tareas podría llevar más de 10 minutos para una persona experta y hasta días para una sin experiencia, esto debido a diferentes factores, como por ejemplo el lenguaje de programación utilizado, la forma de contextualizar la información para poder agruparla, y las herramientas adicionales para crear gráficas que nos permitan tener una mejor visualización y así su comprensión.

Utilizando algunas herramientas de IA y haciendo preguntas simples, podríamos emplear 2 modelos; el primero como asistente virtual de texto que permita tener una interacción con el usuario, mismo que sería encargado de entender el contexto y las variables utilizadas por el segundo modelo, el cuál interpretaría el tipo de lenguaje de programación necesaria enviándolo a una librería capaz de ejecutar dicho proceso y así obtener resultados para el primer modelo. Este sistema de flujo se le llama encadenamiento de modelos, el cual se encuentra descrito en la siguiente figura.

La figura 9 describe el proceso de un asistente con capacidades de análisis de datos, en donde la IA es capaz de traducir texto en lenguaje de programación y así extraer los datos que necesita para dar una mejor respuesta.

Figura 9. Ejemplo



Fuente: Propia

Preguntame algo relacionado al crimen en Mexico 🗣️

Dame el total de violencia y sus coordenadas geograficas agrupadas por tipo de delito

Usuario pregunta: Dame el total de violencia y sus coordenadas geográficas agrupadas por tipo de delito.

El modelo está conectado a una base de datos relacional SQL, y sabe que para obtener esa información tiene que construir el código en ese lenguaje;

La figura 10 es un ejemplo de la respuesta de la IA transformando el texto “Dame el total de violencia y sus coordenadas geográficas” a lenguaje de programación y creando histogramas y mapas de calor o distribución.

Figura 10. Un ejemplo de la respuesta de la IA

Query From Code Bison:

```
SELECT Tipo_de_delito , SUM(Enero) AS Enero, SUM(Febrero) AS Febrero, SUM(Marzo) AS Marzo,
SUM(Abril) AS Abril, SUM(Mayo) AS Mayo, SUM(Junio) AS Junio, SUM(Julio) AS Julio, SUM(Agosto) AS
Agosto, SUM(Septiembre) AS Septiembre, SUM(Octubre) AS Octubre, SUM(Noviembre) AS Noviembre,
SUM(Diciembre) AS Diciembre, longitude , latitude FROM vtxdemos.public.mexico_crime GROUP BY
Tipo_de_delito , longitude , latitude
```

Table Results:

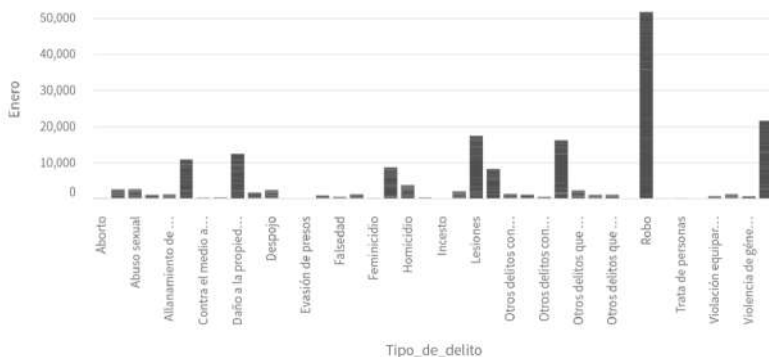
| | Tipo_de_delito | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octu |
|---|----------------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|------|
| 0 | Rapto | 3 | 7 | 10 | 4 | 4 | 6 | 4 | 0 | 0 | |
| 1 | Aborto | 10 | 14 | 16 | 16 | 14 | 20 | 14 | 0 | 0 | |
| 2 | Aborto | 9 | 12 | 17 | 11 | 12 | 10 | 15 | 0 | 0 | |
| 3 | Fraude | 239 | 192 | 287 | 228 | 270 | 270 | 244 | 0 | 0 | |
| 4 | Fraude | 179 | 191 | 226 | 289 | 284 | 341 | 394 | 0 | 0 | |
| 5 | Fraude | 75 | 106 | 142 | 121 | 169 | 175 | 174 | 0 | 0 | |
| 6 | Fraude | 93 | 106 | 83 | 84 | 94 | 106 | 85 | 0 | 0 | |
| 7 | Fraude | 108 | 110 | 146 | 112 | 131 | 205 | 130 | 0 | 0 | |
| 8 | Fraude | 146 | 291 | 218 | 238 | 257 | 336 | 202 | 0 | 0 | |
| 9 | Fraude | 19 | 19 | 25 | 14 | 27 | 37 | 23 | 0 | 0 | |

Fuente: Propia

En la imagen anterior se puede observar que hay partes del resultado que están en inglés, lo dejé intencionalmente para hacer la precisión de que estos modelos son multilinguaje, es decir se pueden realizar instrucciones en diferentes idiomas con la expectativa de obtener el resultado esperado, esa es una de las ventajas de los modelos grandes del inglés “Large Language Models LLM”.

El modelo agrupa y filtra toda la información que se necesita para generar las siguientes gráficas:

Figura 11.
El modelo agrupa y filtra toda la información



Fuente: Propia

Figura 12.
Mapa de datos



Fuente: Propia

También se puede obtener una gráfica general de la acumulación delictiva en el país:

Figura 13.
Mapa de Acumulación delictiva en el país



Fuente: Propia

En la actualidad se pueden utilizar diferentes herramientas para obtener el mismo resultado, pero la parte interesante fue que sólo nos tomó unos segundos en preguntarle al modelo lo que se necesitaba. Adicionalmente la inteligencia artificial es capaz de dar información relevante, recomendaciones y un resumen tanto para los analistas de información como para el público en general:

Información para Analistas de la Información.

“La siguiente información fue generada por el modelo”.

Información:

- La tabla contiene las longitudes y latitudes de cuatro ubicaciones.
- Las ubicaciones están situadas en México.
- Las ubicaciones están situadas en diferentes partes del país.

Recomendaciones:

- Recomiendo que use la tabla para crear un mapa de las ubicaciones.
- Recomiendo que use la tabla para calcular las distancias entre las ubicaciones.
- Recomiendo que use la tabla para encontrar la ubicación más cercana a una ubicación dada.

Resumen:

La tabla contiene las longitudes y latitudes de cuatro ubicaciones en México. Las ubicaciones están ubicadas en diferentes partes del país. Recomiendo que use la tabla para crear un mapa de las ubicaciones, calcular las distancias entre las ubicaciones y encontrar la ubicación más cercana a una ubicación dada.

Información Relevante para el Público en General.

“La siguiente información fue generada por el modelo”.

Información:

La tabla muestra los diferentes tipos de delitos que se han cometido en un país.

Los delitos se clasifican en diferentes categorías, como “Robo”, “Violencia Familiar” y “Lesiones”, etc.

La tabla también muestra la latitud y la longitud de cada delito.

Resumen:

La tabla muestra que los delitos más comunes en el país son el “Robo”, el “Violencia Familiar” y las “Lesiones”. Estos delitos se cometen con mayor frecuencia en las zonas urbanas y en las zonas con altos niveles de pobreza y desigualdad. El gobierno debe tomar medidas para reducir la delincuencia, como aumentar la presencia policial, mejorar la educación y las oportunidades de empleo, y trabajar con las comunidades locales para desarrollar programas de prevención del delito.

Recomendaciones:

El gobierno debería aumentar la presencia policial en las zonas donde se cometen más delitos, también incrementar el nivel educativo y las oportunidades de empleo para reducir la pobreza y la desigualdad, que son factores que contribuyen a la delincuencia. Es importante la integración del gobierno con las comunidades locales para desarrollar programas de prevención del delito.

Educación

Educación: En la actualidad los niños y jóvenes pasan muchas horas en el celular, las redes sociales, las noticias y contenido basura generan dopamina haciéndolo más adictivo, estudios señalan que este tipo de interacción afecta en la forma pensar, recordar, prestar atención y regular las emociones.

Existen mecanismos para ajustar el tiempo de pantalla de sus siglas en inglés “screen time”, todos los dispositivos actuales dependen de dos sistemas operativos, Apple y Android, ambos permiten el control de las horas en cualquier marca de cualquier dispositivo, dicho control bloquea la capacidad de navegar o abrir aplicaciones. Los teléfonos celulares y las tabletas, a menudo conocidos como “nanas digitales”, pueden tener un impacto negativo en su desarrollo. Sin embargo, es difícil evitar estos dispositivos, ya que son una fuente importante de información y comunicación. Una solución es crear aplicaciones que ofrezcan lecciones educativas breves y atractivas.

Estas aplicaciones pueden ayudar a los niños a aprender y divertirse, mientras limitan el tiempo de interacción con aquellas aplicaciones dañinas, el premio podría ser más tiempo libre frente al dispositivo por lo que generamos una balanza entre educación y tiempo libre.

Los modelos de inteligencia artificial actuales fueron diseñados de tal manera que pueden ser entrenados tomando como punto de partida una versión anterior, esto facilita la creación de nuevos modelos orientados a la tarea específica, y cubrir varias necesidades generadas por el requerimiento anterior.

La siguiente es una lista de las diferentes tareas que se necesitan para crear la aplicación descrita con anterioridad, me referiré al infante o al joven como “usuario”.

Durante la interacción con el usuario:

1. Un asistente virtual que sea atractivo, divertido e innovador que pueda ser adoptado.
2. Un algoritmo de recomendaciones de nuevos temas de interés usando aprendizaje de máquina y utilizando el historial de la interacción entre asistente y usuario.
3. Capacidad de extraer información de base de datos, agregándole a la información obtenida por el algoritmo de recomendaciones, esto con la finalidad de tener más contexto durante su interacción.

4. Generación de imágenes inexistentes de acuerdo con el progreso del aprendizaje virtual.

Después de la interacción:

1. Generación de histórico de actividades para mejorar al asistente virtual.
 - a. En este punto es necesario que el asistente pueda entender el lenguaje de programación requerido para guardar los registros.
2. Creación de mapas y gráficas del progreso educativo.

Gracias a la utilización de diferentes componentes tecnológicos se podría construir una plataforma de educación robusta, que permita el empleo no sólo de algoritmos de inteligencia artificial sino también de herramientas de procesamiento de la información y analíticos que son medulares para el desarrollo de este tipo de aplicaciones.

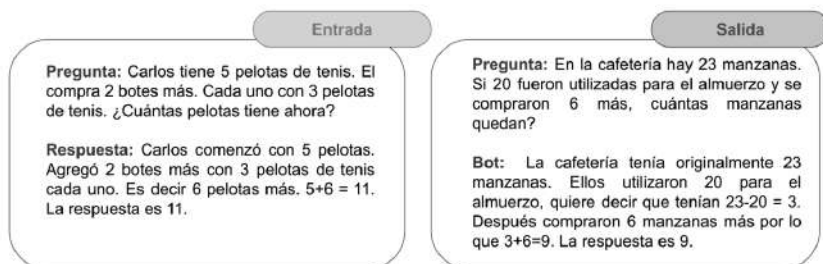
Adicionalmente con los algoritmos de inteligencia artificial existentes podemos crear soluciones de asistencia virtual dirigida por voz, el cual amplía el abanico de posibilidades para cubrir diferentes necesidades.

Tareas Complejas

Existe un nuevo concepto llamado “cadena de ideas” para ayudar a los modelos de inteligencia artificial a hacer un análisis de los pasos que se han ejecutado y llegar a una respuesta, incluso se ha trabajado en formas de retroalimentación y crear escenarios hipotéticos y virtuales de prueba que ayuden a emular la ejecución de las recomendaciones. Los algoritmos actuales están especializados en ejecutar tareas específicas, si estos se combinan con la cadena de pensamientos o la generación aumentada de recuperación, que es el uso de archivos y base de datos para ampliar la información, se podría alcanzar una solución capaz de cubrir todas las necesidades llamada **Inteligencia Artificial General**.

Este es un ejemplo teórico simple de la “cadena de ideas”, basada en operaciones matemáticas que requieren analizar paso a paso su resolución.

Figura 14.
ejemplo teórico simple de la “cadena de ideas”

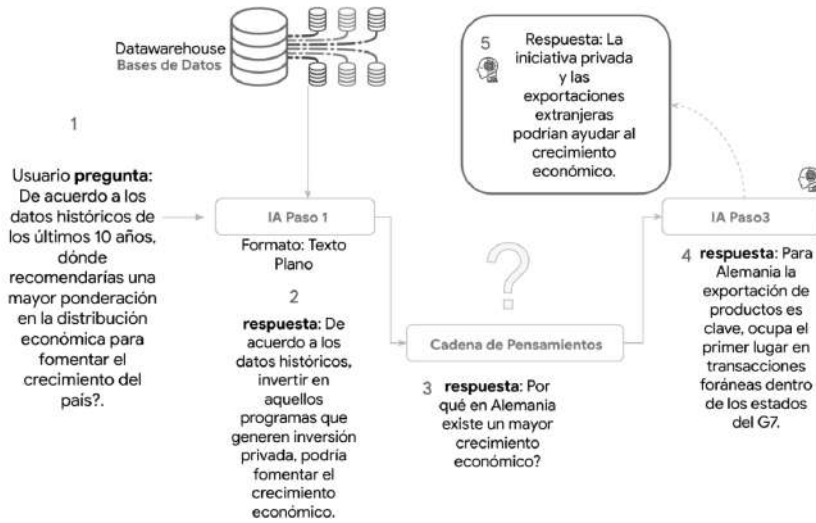


Fuente: Propia

En el supuesto de que el gobierno necesite un análisis exhaustivo acerca de donde debería gastar sus recursos económicos para fomentar el equilibrio y el crecimiento del país, ante este escenario existen variables e hipótesis, algunas de ellas sustentadas en datos históricos, otras requieren información estadística externa. La “*generación aumentada de recuperación*” podría ayudar a cruzar la información histórica para contextualizar la inteligencia artificial, el resultado de esta primera etapa sería certero, sin embargo, podríamos crear una cadena de pensamientos alimentada por resultados estadísticos externos, lo que ayudaría a que la respuesta sea mucho más precisa y veraz.

La figura 15 describe el proceso de un asistente con capacidades de integración de diferentes fuentes, así como un componente de razón artificial que permite tener un mejor desempeño en el resultado esperado.

Figura 15.
El proceso de un asistente con capacidades de integración de diferentes fuentes



Fuente: Propia

Discusión

La madurez actual de la inteligencia artificial, aplicada en diferentes campos de estudio en nuestro país, ayudará significativamente al crecimiento económico y fortalecimiento de las instituciones en sus procedimientos dentro de la administración pública.

Con una planificación estratégica integral y una implementación efectiva en todos los niveles de gobierno, México podría tener un mayor crecimiento en los años subsecuentes.

La adopción de la tecnología es un proceso que requiere un cambio fundamental en la educación. Los oficios y áreas de estudio se transformarán, por lo que el sistema educativo debe adaptarse a este nuevo contexto.

La inteligencia artificial en nuestro país será un aliado que nos facilitará enfocar nuestros esfuerzos en las cosas importantes; *“las asistentes virtuales podrán ejecutar aquellas tareas sencillas y repetitivas”*.

En este artículo se habló de algunos de los beneficios en diferentes ámbitos como el crecimiento económico social en áreas rurales y el fortalecimiento de los sistemas de seguridad, así como de la creación de una inteligencia general artificial capaz de ejecutar muchas tareas y procesos que habiliten el crecimiento de las instituciones. Existen muchas áreas de aplicación de la inteligencia artificial y su adopción dependerá del nivel de maduración de las herramientas.

La inteligencia artificial seguirá creciendo de manera acelerada en los próximos años, por lo que el tiempo de vida de los algoritmos actuales será corto, además la evolución tecnológica ha fortalecido la agilidad en la adopción y terminaremos viendo un intercambio continuo de modelos.

Referencias

Artificial Intelligence Opens a Generational Opportunity for Chipmakers “Global X”. Consultado el 1 de septiembre del 2023. <https://www.globalxetfs.com/artificial-intelligence-opens-a-generational-opportunity-for-chipmakers/>

Artificial Neural Networks – The Rosenblatt Perceptron. Consultado el 27 de agosto del 2023. <https://www.neuroelectrics.com/blog/2016/08/02/artificial-neural-networks-the-rosenblatt-perceptron/>

Google deepmind AlphaGo. Consultado el 28 de agosto del 2023. <https://www.deepmind.com/research/highlighted-research/alphago#:~:text=AlphaGo%20is%20the%20first%20computer,strongest%20Go%20player%20in%20history>

Las empresas implementan el uso de Inteligencia Artificial para impulsar su desarrollo. Consultado el 4 de septiembre del 2023. <https://www.elsoldeleon.com.mx/local/empresas-implementan-el-uso-de-inteligencia-artificial-para-impulsar-su-desarrollo-10471369.html>

Leonardo da Vinci and Flight. Consultado el 27 de agosto del 2023. <https://airandspace.si.edu/stories/editorial/leonardo-da-vinci-and-flight>

México y Brasil concentran el 95% de las patentes de IA en Latinoamérica. Consultado el 4 de septiembre del 2023. <https://www.forbes.com.mx/mexico-y-brasil-concentran-el-95-de-las-patentes-de-ia-en-latinoamerica/>

Microsoft to Invest \$10 Billion in OpenAI, the Creator of ChatGPT. Consultado el 27 de agosto del 2023. <https://www.nytimes.com/2023/01/23/business/microsoft-chatgpt-artificial-intelligence.html>

PaLM-E: An embodied multimodal language model. Consultado el 1 de septiembre del 2023.

<https://blog.research.google/2023/03/palm-e-embodied-multimodal-language.html?m=1>

Scary Smart! Former Google X exec Mo Gawdat on artificial intelligence and our changing world. Consultado el 27 de agosto del 2023. <https://www.walkerdunlop.com/insights/2022/04/27/scary-smart-former-google-x-exec-mo-gawdat-artificial-intelligence-and-our-changing-world/>

La inteligencia artificial en la Administración Pública

Joel López Villagómez*

Resumen: Los gobiernos que han adoptado en sus políticas y administraciones públicas, herramientas que facilitan la función y servicio a favor de la población, presumiblemente lo hacen no sólo con la intención de lograr una gestión más eficiente, sino también para generar economías en servicios personales. Dichas herramientas, que se vinculan con las tecnologías de la investigación, son la inteligencia artificial, cuyos algoritmos deberán apegarse a códigos de ética y al respeto de los derechos fundamentales.

Palabras clave: Inteligencia Artificial (IA), Tecnología de la Información (TI), Administración Pública.

Artificial intelligence in the Public Administration

Abstract: Governments that have adopted in their policies and public administrations, tools that facilitate the function and service in favor of the population, presumably do so not only with the intention of making their management more efficient, but also to generate economies in personal services. These tools that are linked to research technologies are artificial intelligence, whose algorithms must adhere to codes of ethics and respect for fundamental rights.

* Licenciado en Derecho por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Maestro en Derecho Constitucional por la Universidad Olmeca, en Tabasco; Especialista en Justicia Constitucional, Interpretación y Tutela de los Derechos Fundamentales, por la Universidad de Castilla-La Mancha, España; Doctor en Administración Pública, por el Instituto Sonorense de Administración Pública; y miembro del INAP.

Keywords: Artificial Intelligence (AI), Information Technology (IT), Public Administration.

Fecha de recepción del artículo: 27 septiembre 2023

Fecha de aceptación: 26 octubre 2023

1. Introducción

El propósito de este trabajo es ofrecer al lector una perspectiva crítica sobre los beneficios, riesgos y posibles desventajas que tiene consigo la Inteligencia Artificial (IA), el cual es un tema que ha estado cogiendo cada vez mayor relevancia en la actualidad, y si bien cuenta con un origen histórico, también su evolución y proyección futura, muestra algunas aristas como muchas de las actividades humanas, pudiendo correr riesgos al existir sesgos que afecten su implementación.

Se procurará ceñir a la Administración Pública, e inclusive en la función pública del Estado mexicano en general, atendiendo que los gobiernos y sus administraciones públicas tienen en las tecnologías de la información, –y por ende en la IA– la perspectiva de reducir los costos de los servicios públicos y proporcionar medios para los aspectos gubernamentales de la toma de decisiones, (Filgueiras, 2021), lo que tendría que hacer más eficaces las gestiones, trámites o procesos en los que se ven involucrados los ciudadanos que hacen uso de los servicios públicos del Estado.

Sin embargo, ante la incertidumbre de funcionarios públicos de ser desplazados por la IA, o que existan posibles sesgos en los algoritmos de las IA, que pueda causar actos de molestia en perjuicio a la población, peticionarios o ciudadanos que tienen contacto con el servicio que brinda la IA, se busca identificar inclusive si las recomendaciones emitidas por la UNESCO en la materia se están adoptando por el Estado mexicano directa –por desarrolladores mexicanos y aplicado al Gobierno de México o alguno de sus Estados–, indirectamente –mediante herramientas

adoptadas en nuestro territorio nacional–, o si aún falta por desarrollar una IA más ad hoc a nuestra cultura y necesidades, que pueden ser distintas a otras latitudes o países del continente Americano, y del resto del mundo.

2. Origen y antecedentes

El pensamiento del ser humano ha presentado diversas formas de expresión a lo largo de su existencia, habitualmente éste se cuestiona sobre su entorno, la forma en la que se desarrollan las cosas, los hechos y las experiencias que pueden ir dando forma y sentido a la vida de cada una de las personas; o bien, simplemente se adoptan costumbres provenientes de otros lares.

Desde el Oráculo de Delfos, en donde se pretendía ante la presencia de su sacerdotisa Pitia, acudir a ella para pedir predicciones sobre el futuro, resolver las preguntas sobre problemas personales o inclusive sobre si ir o no a la guerra (Filgueiras, 2021), hasta nuestra actualidad, se busca y desea que el conocimiento no sólo sea más asequible, sino que éste sea cierto, práctico, dúctil, y quizás también que solucione en poco tiempo problemas de cualquier naturaleza que se presenten.

El descubrimiento del fuego hace millones de años, los inventos como el de la electricidad, la pólvora, el teléfono, los aviones –poder volar y llegar a la Luna o al espacio–, el internet, y muchos más, ha pasado por la evolución de la inteligencia del ser humano el conocimiento empírico y el científico, hasta llegar al desarrollo de una inteligencia artificial, que ha pretendido emular la inteligencia del ser humano, y se ha creado por éste para su comodidad, satisfacción y progreso, mediante herramientas que pretenden le permitan tener una vida más segura, cómoda y eficiente, gracias a sus habilidades, al conocimiento o inteligencia adquirida con su desarrollo.

Pero partiendo de lo que se entiende por inteligencia, ésta se dice fue una palabra introducida por Cicerón, para describir el concepto de capacidad intelectual, la cual proviene del latín *intellegere*, *inter* “entre” y *legere* “leer, escoger”, por lo que etimológicamente la palabra inteligencia significa “saber escoger algo”, (Sánchez, 2015); y según el Diccionario de la Real Academia Española, la

inteligencia es la “capacidad de entender o comprender; la capacidad de resolver problemas, y el conocimiento, comprensión, o acto de entender”. Luego entonces, si se parte de la idea que la inteligencia es propia del ser humano –al menos por ahora se referirá únicamente en este rubro– como un acto de comprensión y susceptible de resolver problemas; todo aquello que se incorpore a través de herramientas tecnológicas que simule al ser humano, debería considerarse como inteligencia artificial.

Bajo ese contexto, en un primer esbozo, el citado diccionario señala que la inteligencia artificial es aquella “disciplina científica que se ocupa de crear programas informáticos que ejecutan operaciones comparables a las que realiza la mente humana, como el aprendizaje o el razonamiento lógico”.

Sin pretender adentrarnos a un tema mucho más amplio del ceñido inicialmente, que implique el análisis de herramientas tecnológicas, pero sin soslayar los abordados con mayor profundidad por otros autores, Howard Gardner identificó siete tipos de inteligencias que en su estudio sobre la teoría de las inteligencias múltiples (Gardner, 2019) clasifica en:

1. Inteligencia lingüística.
2. Inteligencia lógico-matemática.
3. Inteligencia espacial.
4. Inteligencia musical.
5. Inteligencia corporal-cinestésica.
6. Inteligencia intrapersonal.
7. Inteligencia interpersonal.

Empero, acotándolo a la administración pública y sus implicaciones, se entendería que la IA representa sistemas en los que se toman decisiones basadas en el aprendizaje, la creatividad y un mayor rendimiento, que aplicada a los gobiernos, la IA representa una herramienta

importante para aumentar el desempeño (Wirtz, Weyerer y Geyer, 2019, en Filgueiras, 2021), es decir, que la IA en la administración pública debería generar con su uso el aumento y óptimo desempeño del servicio que se brinda a favor de la población usuaria, lo que debería hacerse en el marco de ética y la legalidad, y ello implica el respeto a los derechos fundamentales, y por su puesto a la transparencia gubernamental.

3. Innovación y desarrollo

Referirse a la innovación, es reconocer en principio lo que ha representado la tecnología para el desarrollo de la humanidad, y con ello las ventajas que ofrece la IA, pero verlas desde una sola óptica, es decir, sin apreciar las desventajas que se presentan, es limitar las diversas perspectivas con las que se pueden resolver problemas, es tanto como “si hubiera una única verdad, no sería posible pintar cientos de cuadros sobre el mismo tema” (Pablo Picasso), luego entonces ver a la IA con las ventajas y beneficios que otorga, no sería lo suficientemente objetivo.

Así se tiene, que la IA se podría vincular con el ser humano en dos aspectos, uno con el interés de emular o imitarlo, y otra con la de servirlo. El emularlo es en sí ya un acto desafiante de inteligencia –por lo que implica el desarrollo de la tecnología para cumplir con el acto de emular– pero también por la aspiración de imitar al ser humano. Mientras que el servir debe representar a su vez un doble reto, pues no basta el procurar emularlo entonces, sino que la tecnología y la herramienta que sea desarrollada debe satisfacer los estándares de ética, de respeto a los derechos humanos, las necesidades de las personas, y tratándose de la IA en la administración pública, la de servir con la exigencia mayor de hacerlo mejor de lo que pudiera hacer una persona, entre otros elementos.

Los beneficios que se pudieran asociar por parte de la inteligencia artificial, pero específicamente en la administración pública, serían el agilizar los procesos de forma híbrida o automatizada, la atención ciudadana a través de chatbots y otros más que inclusive la herramienta llamada Chat GPT identifica, como son: el análisis de datos y toma de decisiones; la seguridad y prevención del delito;

la planificación urbana y gestión de recursos; la salud pública; y la transparencia y rendición de cuentas.

Estas áreas en donde pudiera desarrollarse, y que de alguna manera ya se desarrollan gracias a la IA, traen consigo el beneficio de servir, resaltando que el número de personas que representan la atención del usuario en el servicio público deberá ser mayor al impacto que constituye el desplazar o dejar de utilizar los servicios de las personas, economizando con ello el gasto público en el pago de nóminas.

Sin embargo en el caso de México, la propia página oficial del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) –órgano Constitucional Autónomo dedicado a generar información sobre diversos aspectos geográficos, poblacional, económicos, sociales, entre otros– destaca en el rubro de Gobierno electrónico, información en porcentajes de trámites realizados personalmente a través de internet, (14.4%); las de un cajero automático o kiosco inteligente (17.2%); mismos que al contrastarlos con trámites que hacen las personas de forma presencial (45.7%), refleja frente a los primeros, porcentajes superiores; al igual que los datos de los Estados respecto a trámites en un sitio Web: licencias de funcionamiento 43.8%, y 65.6% por quejas, denuncias, recomendaciones o sugerencias.

Cuadro 1 Porcentajes de trámites realizados personalmente a través de internet

Porcentaje de trámites realizados personalmente a través de internet (Porcentaje), Estados Unidos Mexicanos, 2021

Estados Unidos Mexicanos

14.4

| Periodo | Porcentaje |
|---------|------------|
| 2021 | 14.4 |
| 2019 | 4.8 |
| 2017 | 2.8 |
| 2015 | 1.7 |
| 2013 | 1.1 |

Fuente: INEGI véase [en línea]<https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/#D6200028383>

Cuadro 2 Porcentajes de trámites realizados personalmente en cajero o kiosco inteligente



Fuente: INEGI véase [en línea] <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/#D6200028383#D6200028613#D6200028621#D6200028380>

Cuadro 3 Porcentajes de trámites realizados personalmente en instalaciones de gobierno



Fuente: INEGI véase [en línea] <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?ind=6200028381&tm=6#D6200028381>

Cuadro 4

Porcentajes de administraciones públicas estatales con trámites a través de un sitio web (licencias de funcionamiento para negocios)



Fuente: INEGI véase [en línea] <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/#D6200028383#D6200028613>

Cuadro 5

Porcentajes de administraciones públicas estatales con trámites a través de un sitio web, (quejas, denuncias, sugerencias, reconocimientos)



Fuente: INEGI véase [en línea] <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?ind=6200028381&tm=6#tabMCcollapse-Indicadores>

Los datos señalados, si bien no son del todo concluyentes, pueden servir para identificar áreas de oportunidad que la IA en la administración pública podría desarrollar y abarcar en sus políticas públicas, pero también muestra que no ha impactado aún lo suficiente el interés de los gobiernos en México, ni el beneficio, difusión o herramientas dúctiles en la población usuaria del servicio público en sus diversas vertientes; para lo cual se requiere, sin duda, de Ingeniería, de tecnología de la información, laborando conjuntamente con los especialistas en las materias a implementar la IA,

para que acompañen en diseño y desarrollo de algoritmos adecuados, y así otorgar el mejor servicio posible.

Se deben entonces orientar esfuerzos tangibles hacia un avance como país, considerando elementos como una estrategia en Inteligencia Artificial (AI), Ciberseguridad (Cib), una Agenda Digital (AD), –los cuales poseen los países de Chile y Brasil en América Latina– y reconocer que para lograr crear esos espacios de innovación y desarrollo de capacidades, es necesario codiseñar una estrategia que establezca una visión común, delimite objetivos y metas, así como acciones concretas y responsables de las mismas, a ser realizadas y evaluadas en un periodo de tiempo determinado (Yolanda Martínez Mancilla, 2020); así entonces, cualquier herramienta tecnológica que permita a la administración pública de un país, medir, expandir, desarrollar e innovar los servicios y derechos de la población, mediante la implementación de la IA, en la que se establezca la estrategia propicia para lograr un buen camino, con los resultados y pasos a realizar por parte de la administración pública en la implementación de la IA, determinará que tan profunda, responsable eficaz ha sido.

Un Estado Inteligente como propone Buenos Aires, Argentina, en su página web, propicia, además de información útil, e invita a la participación ciudadana, a desafíos para crear, implementar y habilitar herramientas de la IA, lo que podría ser replicado en otros países del continente americano.

El Gobierno de México por su parte, cuenta con una página oficial en la cual mantiene información de la administración del entonces presidente Peña Nieto, del año 2013, refiriéndose a la Estrategia Digital Nacional, como el plan de acción que estaban implementando para construir un México Digital, en el que la tecnología y la innovación contribuyen para alcanzar las grandes metas de desarrollo del país. Además se publicó en el Diario Oficial de la Federación dicha estrategia que se desprende del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024, el cual se define como el plan de acción del Ejecutivo Federal para aprovechar el potencial de las tecnologías de la información y comunicación, incluidos los servicios de banda ancha e internet, mediante su incorporación a la vida cotidiana de

las personas y a la Administración Pública Federal, con el fin de alcanzar un Estado de Bienestar; pero en dicha publicación no existe nada que se relacione con la IA.

La actual administración del presidente López Obrador, a través de la Coordinación de Estrategia Digital Nacional, se basa en una estrategia similar de internet para todos, lo cual sigue siendo necesario, pero no se muestra aún el desarrollo que otras naciones han logrado, los programas que mantiene son:

- Coordinación de la política tecnológica en la Administración Pública Federal.
- Mayor impulso y eficiencia en el aprovechamiento de la infraestructura de TIC.
- Política Nacional de fomento a las compras de TIC.
- Análisis técnico de proyectos de TIC.
- Gobierno electrónico.
- Innovación tecnológica.

Pareciera que no es aún, entonces, el momento para algunos países el desarrollo e implementación de la IA en sus administraciones públicas, lo que preocupa por una parte a quienes pueden verse beneficiados con los servicios que brindan los Gobiernos a favor de la población; así como también alerta la obligación de no producir parte del desarrollo e innovación de las tecnologías y herramientas dúctiles para la sociedad, pudiendo aprovechar entonces el impasse para incluir en la IA elementos como lo son la ética y los derechos fundamentales.

La ética, para que el desarrollo de la IA incluya aspectos que permitan procesar datos e información de una manera que se asemeja a un comportamiento inteligente, y abarque generalmente aspectos de razonamiento, aprendizaje, percepción, predicción, planificación o control, (UNESCO, 2021); haciendo especial énfasis – señala la recomendación– en la inclusión, las cuestiones

de igualdad de género y la protección del medio ambiente y los ecosistemas; así como asuman una responsabilidad compartida basada en un diálogo mundial e intercultural. Y los derechos fundamentales, para que no se produzca o geste nada que la IA atente contra los derechos reconocidos en las convenciones internacionales y en los propios textos Constitucionales, sino por el contrario se potencialicen y garanticen en su mayor y más amplio cumplimiento.

Tal como han referido ya autores que comentan sobre una Inteligencia artificial generativa, la cual pretende pronosticar cuáles serían las mejores opciones, e incluso elaborar por sí misma un programa de acción, como lo sería el de una campaña electoral, el calcular riesgos, prever multas, incluso hasta redactar los medios de impugnación necesarios para lograr el objetivo, (Ramón Narváez, 2023); ello en estricto apego a la ética que propone la UNESCO, así como a los alcances que cada uno de los países que forman parte de las Naciones Unidas, adopten con base a los lineamientos emitidos en las recomendaciones de 2021.

En tal sentido, la IA en cualquiera de sus vertientes, debe cumplir con un estándar, pero las administraciones públicas deberán capacitar al personal y funcionarios públicos, ya sea para que acompañen a los desarrolladores en las partes técnicas y especificidades, como para vigilar, aplicar e implementar la IA, sin lo cual el desplazamiento del capital humano será inevitable y preocupante.

4. Riesgos y beneficios

Si pudiera hablarse de los riesgos que enfrenta la IA en la administración pública, y que puedan advertirse tanto como evitarse, serían los temas que atentan contra la ética, la capacitación o enseñanza de la IA, y la profesionalización que trae consigo la estabilidad laboral de los servidores públicos.

La primera –la ética– tendría que ser acotada y visibilizada en términos de lo que la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) ha procurado desarrollar en el mundo, ya sea a través del Proyecto de Recomendación Sobre la Ética de la Inteligencia Artificial, para que los gobiernos aprovechen

al máximo las ventajas de la IA en aspectos como avances en salud, la construcción de entornos de inclusión para personas con discapacidad, el cambio climático, el hambre y la pobreza, (Lina Zuluaga Ocampo, 2020). O bien, con el Proyecto de Cooperación Técnica Internacional que ha trabajado la misma UNESCO.

Otro reto que representa el riesgo de la IA en la administración pública es y será la constante capacitación o enseñanza de la IA; no sólo profesional, sino desde un nivel básico que incentive aspectos técnicos, culturales y de aspiraciones, que busque la innovación desde lo más elemental hasta lo más especializado.

Pero también se deberá evitar, que con la implementación de la IA en la administración pública exista un despido del personal, una sustitución que anule la presencia del capital humano de las administraciones públicas, siendo entonces un doble aspecto el que tiene la capacitación, una la citada, de preparar a las generaciones desde la instrucción básica hasta los niveles técnicos o profesionales. Sin embargo, lo es de igual forma la necesidad de profesionalizar a los servidores públicos, para que éstos vigilen la debida aplicación de la IA en la administración pública, para poder ser reubicados en otras áreas donde no se implementa la IA, o bien, para que su función pública sea de la más alta calidad, y aquí las instituciones como el INAP, el ISAP y todas aquellas que pertenecen a un sistema de calidad en la instrucción en la función pública, pueden desempeñar un papel preponderante; que sin duda permitirá la permanencia en la administración pública.

Finalmente, y sin que demerite ello el momento en el que se aborda, las ventajas o beneficios que trae consigo la IA en la administración pública, y usando la propia IA disponible en la web tenemos lo que el propio ChatGPT ofrece como potencial para transformar la IA, y que pudiera impactar positivamente a la IA, siendo éstos:

- *“Automatización de procesos: La IA puede automatizar tareas repetitivas y de bajo valor agregado, liberando a los empleados públicos para que se concentren en tareas más estratégicas y de toma de decisiones. La automatización puede mejorar la eficiencia operativa y reducir costos.*

- *Servicio al ciudadano: Los chatbots y asistentes virtuales impulsados por IA pueden proporcionar respuestas rápidas y precisas a las preguntas más frecuentes de los ciudadanos, mejorar la experiencia del usuario y reducir la carga sobre los recursos humanos en los servicios de atención al cliente.*
- *Análisis de datos y toma de decisiones: La IA puede analizar grandes cantidades de datos y extraer información relevante para ayudar a los líderes de la administración pública a tomar decisiones más informadas y basadas en evidencia. Esto puede contribuir a una gobernanza más efectiva y a políticas públicas más efectivas.*
- *Seguridad y prevención del delito: Los sistemas de IA pueden ayudar en la detección temprana de actividades sospechosas y en la prevención del delito al analizar patrones de comportamiento y anomalías en datos de vigilancia y otras fuentes.*
- *Planificación urbana y gestión de recursos: La IA puede ayudar a optimizar la planificación urbana y la gestión de recursos, como el transporte público, la gestión de residuos y el consumo de energía, para lograr ciudades más sostenibles y eficientes.*
- *Salud pública: La IA puede utilizarse para analizar datos de salud y epidemiológicos, lo que permite una detección temprana de brotes de enfermedades y la implementación de medidas preventivas adecuadas.*
- *Transparencia y rendición de cuentas: La IA también puede mejorar la transparencia y la rendición de cuentas en la administración pública al automatizar el seguimiento y la auditoría de procesos, garantizando así una mayor integridad y responsabilidad en la toma de decisiones.*

Es importante destacar que, si bien la IA ofrece muchas ventajas, también plantea desafíos, como preocupaciones sobre la privacidad, el sesgo algorítmico y el impacto en el empleo. Por lo tanto, su implementación en la administración pública debe ser cuidadosamente considerada, y supervisada para garantizar que se utilice de manera ética y equitativa en beneficio de la sociedad en su conjunto”. (ChatGPT, 2023).

Así entonces, y ponderando que el beneficio de la IA en la administración pública, se encuentre en apego a la ética y a los derechos fundamentales, –esto es, que no se ponga en riesgo a las personas con el uso de la IA ya sea en lo particular o del servicio público– se deberán potencializar más los beneficios y ventajas que aporte a la administración pública la IA; e identificar aquello que pueda afectar la IA, sería quizás poco alentador, pero necesario para contrarrestarlo o erradicar el daño, sobre todo cuando se piensa que una máquina sustituirá la atención, interés, pasión y todo aquello positivo que representa al ser humano.

Esto es, referir todo aquello que facilite la función de las administraciones públicas, que agilice los trámites, tiempos o procesos; economice la actividad pública y privada de los usuarios, o simplemente que priorice la atención de la población sin que implique un obstáculo, retraso o incumplimiento en el servicio la aplicación de la IA, ya puede decirse que su desarrollo e implementación ha sido un avance para la humanidad; “pues si se parte de la definición de IA como la emulación del pensamiento humano, se debe considerar el papel de la ambigüedad relacionada con la interpretación del pensamiento, ya que las decisiones tomadas por los sistemas de IA son naturalmente ambiguas y dependen de la interpretación de las alternativas predichas” (Filgueiras, 2021), lo que significa que la IA llegó para quedarse, como una creación del ser humano para el ser humano, y no la suplantación de la máquina por el hombre.

5. CONCLUSIONES

Identificar el uso, la aplicación y funcionamiento de la IA, se ha convertido cada vez más complejo, pues se ha incorporado de forma paulatina y decididamente para arraigarse en nuestras vidas.

Desde las máquinas que facilitan la elaboración de productos, los que eficientemente diseñan o construyen bienes, los Smart Phone o celulares actuales, hasta las operaciones quirúrgicas a distancia, son muestras palpables de la evolución tecnológica en el mundo, pero cuando estas se incorporan a la administración pública deben considerar no solamente los beneficios que puede

traer consigo la herramienta en forma de IA, sino que ésta sea dúctil, que sirva a todas las personas, que no traiga consigo sesgos que lastimen o vulneren los derechos fundamentales, que el eventual desplazamiento del capital humano, sea con el fin de mayor eficiencia –no tanto como el únicamente pensar en economizar– en el servicio público.

Un gobierno que sustituya al personal de atención u orientación al público, por un chat bot que suele no responder todas las dudas o consultas que hacen los usuarios, no será más eficiente en su resultado, sino que aparentará estar innovando a costa de una capital humano insustituible; un gobierno que implemente e invierta en la IA, para adoptar medidas de seguridad, perseguir delincuentes que permita su detención y eventual judicialización, constituye una garantía de protección a favor de las personas. Y es por ello que si bien se debe invertir más en ciencia y tecnología, educar a las niñas, niños y adolescentes para que identifiquen la utilidad de la IA, buscando diversas áreas de oportunidad de su implementación, también lo es, que deberá ser la IA esa emulación humana aplicando herramientas que apliquen la ética responsable, que jamás deberán desaparecer como producto de la inteligencia natural y de conservación de la especie, buscando un bienestar y si es posible el que tienda a erradicar la barbarie y cerrazón que aún prevalece entre nosotros.

6. BIBLIOGRAFÍA.

Conferencia General de la UNESCO, 41-C, Proyecto de Recomendación Sobre la Ética de la Inteligencia Artificial, 14 de septiembre de 2021, p. 4.

Filgueiras, Fernando. Revista del CLAD Reforma y Democracia, No. 79, Mar. 2021, pp.5-38, ISSN 1315-2378, Inteligencia Artificial en la administración pública: ambigüedad y elección de sistemas de IA y desafíos de gobernanza digital.

Gardner, Howard. Inteligencias múltiples, La teoría en la práctica, España, 2019, pp. 33-34. Digital.

Martínez Mancilla, Yolanda. Oportunidades de desarrollo de la inteligencia artificial en América Latina; en *Inteligencia artificial en Latinoamérica*, editor Winfried Weck. Konrad Adenauer Stiftung, 2020, p. 69.

Zuluaga Ocampo, Lina. *Inteligencia artificial en América Latina: cultura de datos, infraestructura y habilidades digitales*; en *Inteligencia artificial en Latinoamérica*, editor Winfried Weck. Konrad Adenauer Stiftung, 2020, p. 47.

BIBLIOGRAFÍA DIGITAL

Narváez Hernández, José Ramón. Las máquinas y las elecciones: del Kleroterion a la Inteligencia artificial generativa, *Revista Semestral AXIS*, México, 2023, véase [en línea] <https://www.te.gob.mx/blogEje/front/publicaciones/busqueda/944>.

<https://www.efdeportes.com/efd211/el-concepto-de-inteligencia.htm>

<https://dle.rae.es/inteligencia>

<https://buenosaires.gob.ar/jefaturadegabinete/innovacion/plan-de-inteligencia-artificial>

<https://www.gob.mx/epn/es/articulos/inteligencia-artificial-en-mexico>

https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5628886&fecha=06/09/2021#gsc.tab=0

<https://www.gob.mx/cedn>

INDICACIONES PARA LOS COLABORADORES

1. Exclusividad

Los artículos enviados a la **Revista de Administración Pública** (RAP) deberán ser inéditos y no haber sido sometidos simultáneamente para publicación en otro medio.

2. Naturaleza y temática de los trabajos

Deberán ser de carácter eminentemente académico o relacionarse con uno o varios temas considerados de interés para las administraciones públicas de México y otros países.

3. Características de los trabajos

- Se entregarán, para su dictamen y publicación, en idioma español, totalmente concluidos. Una vez iniciado el proceso de dictaminación no se admitirán cambios.
- Deberán tener una extensión mínima de 15 cuartillas y máxima de 25, sin considerar cuadros, gráficas y lista de referencias bibliográficas utilizadas. En casos excepcionales, y a juicio de la RAP, se aceptarán trabajos con una extensión diferente.
- Deberán enviarse o entregarse en formato electrónico en Word de Microsoft Office en letra tipo Arial tamaño 12 con interlineado de 1.5 y márgenes superior-inferior 2.5 cms., derecho-izquierdo 3 cms.

- Deberán contar con una estructura mínima de título, introducción, desarrollo, conclusiones y bibliografía, con las siguientes especificaciones:
 - a) El título del trabajo deberá ser breve y tener una clara relación con el contenido desarrollado.
 - b) Las siglas empleadas deberán tener su equivalencia completa al usarse por primera vez en el texto.
 - c) Las notas deberán aparecer numeradas al pie de página, las referencias bibliográficas en el texto, y la bibliografía que deberá aparecer al final del artículo utilizarán los formatos habituales (Por ejemplo, Sistema Harvard o de APA).
 - d) La bibliografía final se ordenará alfabéticamente, con sangría francesa. Si la fuente original no menciona alguno de los datos, deberá hacerse explícito usando las expresiones “sin pie de imprenta”, “sin fecha” entre corchetes.
 - e) Los cuadros, gráficas, figuras y diagramas deben indicar la fuente completa correspondiente y se incluirán en un archivo en cualquier programa de Microsoft Office.

4. Dictaminación

Las colaboraciones se sujetarán a un proceso de dictamen imparcial y por pares (*Peer System*) con carácter anónimo.

5. Resumen

En archivo separado se entregará un resumen del artículo –en español e inglés– con una extensión máxima de 150 palabras. También se indicarán un mínimo de 3 y un máximo de 5 palabras clave/*Keywords* que describan el contenido del trabajo.

6. Corrección y edición

La RAP se reserva el derecho de incorporar los cambios editoriales y las correcciones de estilo y de formato que considere pertinentes, de acuerdo con los criterios y normas editoriales generalmente aceptadas.

7. Difusión

El autor concede a la RAP el permiso automático y amplio para que el material que haya sido publicado en sus páginas se difunda en antologías, medios fotográficos o cualquier medio impreso o electrónico conocido o por conocerse.

8. Formas de entrega de los trabajos propuestos a publicación

Los autores deberán enviar sus trabajos al correo electrónico contacto@inap.org.mx

9. Identificación

- En el archivo del trabajo se indicarán la fecha de elaboración, el título, y nombre del autor.
- En archivo por separado serán incluidos los siguientes datos:
 - a) Nombre completo del autor, datos de contacto: domicilio, teléfono y correo electrónico.
 - b) Breve currículum académico y profesional del autor o autores, indicando para cada uno el máximo nivel de estudios alcanzado (incluyendo la disciplina e institución) y, de ser el caso, los que haya en curso. Indicar la actividad actual y centro de trabajo. Mencionar líneas actuales de investigación y la bibliografía completa de las últimas 3 o 4 publicaciones, en su caso.

Se terminó de imprimir en
diciembre de 2023, en los talleres de
Altergraf, en Antonio García Cubas #118,
Col. Obrera, Del. Cuauhtémoc, CDMX
altergraf.ventas@hotmail.com

La edición consta de 300 ejemplares

Distribución a cargo del INAP

